CIENCIAS Y MARXISMO LENINISMO

15

COLECCION r

1

P. KOPNIN
B. KEDROV
y otros

COLECCION

r

15

CIENCIAS Y MARXISMO-LENINISMO

Fundación Isidoro Acevedo
OVIEDO

P. Kopnin/B. Kedrov y otros

CIENCIAS
Y
MARXISMO-LENINISMO

Fundación Isidoro Acevedo
OVIEDO

R. 1092

roca

México, D. F., 1973

P. Kopnin/B. Kedrov y otros

CIENCIAS Y MARXISMO-LENINISMO

Versión al español de Alberto Sánchez Mascuñán, de la revista *Recherches Internationales*, París, 1971.

D. R. ©, 1973. Reservados los derechos sobre la presente edición por Ediciones Roca, S. A., Plan de Ayala, 4, México 17, D. F.

Primera edición

IMPRESO EN MEXICO
PRINTED IN MEXICO

INDICE

Fundación Isidoro Acevedo
OVIEDO

Nota editorial 7

PAVEL KOPNIN:
El materialismo dialéctico, metodología del conocimiento científico moderno 9

BONIFACIO KEDROV:
Una dialéctica orientada hacia el futuro . 27

A. KOLGOMOROV:
La vida y el pensamiento como formas particulares de existencia de la materia . 55

KLAUS FUCHS:
La física moderna y la filosofía marxista-leninista 71

DAN MUIR:
Marxismo y ciencia 89

A. GRIESE Y H. HORZ:
Filosofía marxista y ciencias de la naturaleza, hoy, ... 109

MARIO BUNGE:
El espacio y el tiempo en la ciencia contemporánea 135

NOTA EDITORIAL

El impetuoso desarrollo de las ciencias ha situado a los filósofos materialistas contemporáneos en el punto de una ineludible profundización en el materialismo dialéctico. Este libro es una elocuente prueba de ello.

Los trabajos aquí presentados abordan una serie de problemas filosóficos de las ciencias desde el más exigente punto de vista crítico del camino recorrido por los filósofos marxistas en los últimos treinta años. Todos los autores, hombres de ciencia y filósofos marxistas, están de acuerdo en un punto: la ciencia necesita del materialismo dialéctico como metodología del conocimiento científico moderno, pero la dialéctica materialista necesita a su vez desarrollarse, pues de no ser así no podría cumplir su misión ante los avances prodigiosos de la ciencia. Es decir, la dialéctica tiene que ser consecuente consigo misma y no puede quedar al margen de la ley general del desarrollo.

El lector acucioso de los trabajos que integran este volumen podrá apreciar que en esos mismos trabajos se plantean puntos de vista no del todo coincidentes; en algún caso, el autor hasta puede despertar la inquietud de un debilitamiento de su confianza en los mismos principios que defiende. Pero creemos que esa apreciación no correspondería a la realidad. Tal vez en aquellos más insatisfechos de los logros del materialismo dialéctico, en aquellos que presentan de una forma más descarnada la complacencia de algunos filósofos marxistas

en lo ya adquirido y comprobado por la práctica, se encuentran quienes de verdad han comprendido el contenido científico y universal de la filosofía marxista-leninista y se aprestan a ponerla en consonancia con las grandes exigencias del desarrollo contemporáneo de la ciencia y de la vida social, y no sólo ello, sino armar a la filosofía del proletariado de los instrumentos científicos necesarios para hacer frente a las inmensas necesidades futuras.

EDICIONES ROCA

Pavel Kopnin

EL MATERIALISMO DIALECTICO, METODOLOGIA DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO MODERNO

El materialismo dialéctico es la filosofía del marxismo. Esta proposición es negada a la vez por los pensadores burgueses y por los revisionistas. Los primeros dicen que Marx no era absolutamente materialista en filosofía, bien que haya empleado el término "materialismo" para caracterizar sus posiciones de juventud, aunque en otro sentido que más tarde Engels y Lenin. Según el marxólogo norteamericano Klein, el materialismo de Marx no es más que una manera de hablar, una expresión idiomática; su verdadera posición no es el materialismo filosófico u ontológico, sino "el objetivismo económico", o aun el "economismo objetivista", que no tiene ninguna relación con la solución materialista en la cuestión fundamental de la filosofía, cuestión que se aplica a toda la realidad objetiva (naturaleza y sociedad).

La falsedad de esta afirmación es evidente. Lenin escribía que "el genio de Marx y de Engels consiste en que, durante un largo período de cerca de medio siglo, desarrollaron el materialismo, dieron una dirección fundamental a la filosofía"...

Otros, sin negar el materialismo de Marx, intentan encontrar una divergencia de principio entre él y el materialismo de Engels y de Lenin. La definición (puesta ya de moda en los medios burgueses) de la posición filosófica de Marx como de un "materialismo subjetivo" se orienta a desfigurar el materialismo de Marx, a expulsar la naturaleza de la

solución de la cuestión fundamental de la filosofía, a hipertrofiar el papel del sujeto y de su conciencia.

Bien cierto que Marx se basa en el principio del papel activo del sujeto; sin embargo, ninguna actividad de la conciencia suprime lo que es esencial del materialismo: el reconocimiento del carácter primario de la materia y el carácter secundario de la conciencia.

Los revisonistas contemporáneos, bien que reconozcan vergonzosamente, bien que ignoren con toda ingenuidad el materialismo de Marx, ven el fondo de la filosofía del marxismo no en el materialismo dialéctico, sino en su concepción del hombre y, como consecuencia, en el humanismo.

Es cierto que el humanismo marxista tiene una enorme importancia para la filosofía, y es indudable también que Marx formuló una explicación del hombre como creador de sí mismo y de su historia en el proceso de la práctica social, explicación que difere fundamentalmente de la filosofía burguesa.

Sin embargo, oponer el humanismo marxista al materialismo dialéctico carece de fundamento. En la base de la concepción marxista del hombre se encuentra la concepción materialista dialéctica del mundo, metodología del conocimiento científico y de la acción práctica. Esta metodología está también sometida a los ataques de la filosofía burguesa, que cada día más intenta apoyar su argumentación en la revolución científica y técnica en curso.

El alcance de la revolución científica y técnica en el conocimiento no consiste solamente en que sean descubiertas nuevas leyes fundamentales de la naturaleza, en que se creen nuevos conceptos y nuevas teorías, así como dominios enteros del conocimiento, ni en que se produzca una diferenciación y una integración de la ciencia. El cambio de estructura del conocimiento científico y el ritmo de adquisición de nuevos resultados adquiere una gran

importancia para la filosofía.

La revolución científica y técnica concierne a casi todos los problemas fundamentales de la teoría del saber y, ante todo, plantea más profundamente el problema de la relación de los conocimientos con la realidad objetiva. En consecuencia, el problema de la lucha entre el materialismo y el idealismo se plantea de forma nueva.

Es evidente que los nuevos descubrimientos científicos se han hecho posibles gracias al reforzamiento de la actividad del sujeto del conocimiento, al incluir éste en la esfera de su actividad cada vez más nuevos objetos de investigación gracias a la invención de nuevos materiales de penetración del objeto, gracias también a la formación de conjuntos conceptuales de carácter operatorio, etc. El problema de la relación del conocimiento con el objeto no resulta menos actual.

El carácter social del reflejo

En relación con ello, los enemigos del marxismo refuerzan sus ataques contra la teoría del reflejo que, pretendidamente, reduce el papel del sujeto al determinar un registro pasivo de las propiedades de los objetos, en tanto que, de hecho, la elaboración de la teoría del reflejo conforme a los resultados y a las exigencias de un conocimiento científico moderno con todas sus particularidades da también la posibilidad de responder a un cierto número de cuestiones que se le plantean actualmente al materialismo dialéctico, destruyendo las bases gnoseológicas de las especulaciones de los representantes del idealismo moderno en filosofía sobre el proceso del conocimiento.

El marxismo, desde el comienzo de su existencia, ha planteado el conocimiento como proceso activo y creador, uniendo el sujeto y el objeto. El conoci-

miento es el reflejo orientado y práctico de la realidad. Por eso mismo, ya desde entonces se subrayó el papel activo del sujeto y sus objetivos sociales en la elección del objeto del conocimiento y en la creación del modo de conocimiento indispensable para la asimilación práctica de la realidad objetiva.

La tesis del "conocimiento-resultado de la actividad del sujeto", tomada de forma unilateral, engendra una representación falsa, que aísla el contenido del saber del objeto de sus propiedades, de sus relaciones y de sus leyes. Esta tesis debe ser completada, necesariamente, por la afirmación de que el conocimiento es una actividad subjetiva que conduce al reflejo del objeto en su todo concreto.

Pero el concepto de reflejo ¿no contradice la aproximación creadora del conocimiento hacia la realidad objetiva? De ninguna manera, pues el reflejo como actividad orientada hacia un objetivo encierra en sí la concepción del objeto no solamente como él es en un momento determinado, sino también en todas sus formas posibles de transformación por intermedio de la actividad práctica del hombre.

Hace decenas de años que la forma activa del proceso del reflejo entró en el campo de estudio de los investigadores soviéticos. Sin embargo, más tarde, en los trabajos sobre la teoría del conocimiento, la atención mayor se orientó al aspecto que llevó a las ciencias de la naturaleza en la noción de reflejo a vincular el conocimiento humano con las formas de reflejo que le están biológicamente "emparentadas" y que son propiedades de la materia. Para el estudio del sustrato material y para la lucha contra las concepciones idealistas, que separan el conocimiento de la materia pensante, el aspecto del problema que concierne a las ciencias de la naturaleza es indispensable, todavía hoy.

No obstante, la comprensión de la especificidad del conocimiento humano, de la dialéctica del suje-

to y del objeto, nos lleva a analizar el vínculo que existe entre el conocimiento y la actividad concreta y práctica del hombre. Por ello, cuando se trata de la relación del saber con el objeto reflejado, esa relación no puede ser descrita en los exclusivos términos de "isomorfismo" y de "homorfirmo", que no subrayan más que un solo aspecto: la analogía del saber y del objeto, en tanto que el aspecto de la relación definida por los objetivos prácticos del hombre queda en la sombra. El examen de la actividad material y práctica revela justamente este aspecto del proceso de reflejo para el hombre de la realidad objetiva.

El desarrollo de la filosofía ha mostrado que una teoría científica del conocimiento que resuelva los problemas que se le plantean a la gnoseología es imposible sin el concepto de reflejo. Tan evidente es, también, el equívoco que el esquematismo y el primitivismo determinan en la comprensión del conocimiento como reflejo.

Actualmente, el estudio del aspecto social en el proceso del reflejo de la realidad adquiere una gran importancia. Quien concibe la realidad es el hombre, que se encuentra en un escalón determinado del desarrollo social y, en este sentido, el conocimiento de un objeto cualquiera (natural o social) lleva en sí el momento social.

El carácter social del reflejo de la realidad en el conocimiento humano cumple una doble función: por un lado, es la causa de que los hombres se encuentren en el camino del error, incluso cuando existen todas las condiciones gnoseológicas que permitan llegar al conocimiento justo e indudable del objeto. La causa de las ilusiones y de los mitos en los que se extravían actualmente incluso algunos individuos de la vida científica, reside en el hecho de que el carácter del reflejo de la realidad está influenciado por el ser del hombre en el mundo social. Por

otra parte, es precisamente el carácter social del reflejo el que sirve de fuente a la actividad del conocimiento y el medio de llegar a una autenticidad real de sus resultados. El problema de la esencia y de la particularidad del conocimiento se resuelve en el estudio del elemento social, en el proceso de reflejo de la realidad por el hombre.

Esto conduce a la idea de la necesidad del análisis filosófico de los resultados de los conocimientos, tanto de la naturaleza como de los procesos sociales. Desgraciadamente, no solamente la teoría del reflejo, sino también las leyes y las categorías del materialismo dialéctico en general han sido elaboradas esencialmente por los marxistas en relación con las ciencias de la naturaleza. No cabe duda de que los datos de las ciencias de la naturaleza proveen de materiales importantes para las generalizaciones filosóficas de categorías como el movimiento, la causalidad, etc. Pero la dialéctica materialista, para orientar los procesos del conocimiento no puede ignorar que el saber mismo es un fenómeno del espíritu, que consiste por su naturaleza en la asimilación de la realidad por el hombre y que tiene un carácter social-histórico. La experiencia del conocimiento de la vida social de los hombres es necesaria para descubrir el contenido de la naturaleza del conocimiento, en particular para descubrir la relación del conocimiento con el objeto reflejado. Se comprende, pues, por qué el estudio de la metodología de las ciencias sociales tiene tanta importancia, no sólo para su propio desarrollo, sino también para la comprensión del conocimiento en general. Y aún más: ninguna categoría del materialismo dialéctico, comprendidas categorías como el espacio y el tiempo, lo finito y lo infinito, etc., pueden efectivamente desarrollarse y enriquecerse de un nuevo contenido y, por tanto, ser una forma de pensamiento, si no se toma en consideración la experien-

cia del conocimiento de la historia y de la teoría de la sociedad contemporánea.

Por una justa concepción de la práctica

La categoría de la práctica adquiere, por lo tanto, una importancia particular. Actualmente no se hace necesario demostrar la importancia de introducir el concepto de práctica en filosofía ni, en particular, en la teoría del conocimiento. Pero la interpretación del concepto de práctica se ha convertido en un campo de luchas filosóficas encarnizadas. Parecería que no hay nada de malo en que *Praxis*, revista de la sociedad filosófica croata, haya hecho del concepto de práctica su credo filosófico. En efecto, es cierto que no sólo la interpretación del conocimiento, sino también la interpretación del conjunto de la vida social presupone la noción de práctica. No existe aquí problema alguno para los marxistas. Sin embargo, las concepciones de la misma práctica pueden ser diversas, lo que ya ha demostrado el pragmatismo al adaptar este concepto a la filosofía subjetiva e idealista. Desgraciadamente, algunos autores de *Praxis* siguen justamente este camino cuando toman aisladamente la noción de práctica, la oponen a la naturaleza con sus leyes objetivas y la presentan al margen del desarrollo histórico de la humanidad. En este caso el concepto adquiere un carácter abstracto, deviene actividad del hombre tomada en sentido genérico, actividad privada de su fuente y de su contenido objetivos; se desprende de ello que un humanismo basado en la concepción subjetivista de la práctica se trueca en declaraciones de buenos propósitos y en moralismo puro y simple. No es casual que no toquen en su crítica los fundamentos de la inhumana sociedad capitalista. Hablando del "carácter demoníaco" de la técnica moderna, de la destrucción de la personalidad, del carácter monstruoso del

progreso científico y técnico; en una palabra, de ciertos fenómenos de alienación, este humanismo no somete jamás al análisis crítico y científico las relaciones sociales objetivas que engendran estos fenómenos. A partir de aquí se puede decir que su crítica de la sociedad moderna carece de alcance alguno; que, por el contrario, conduce frecuentemente a resultados opuestos, como consecuencia de que no son las relaciones burguesas propiamente hablando, sino las tendencias técnicas y económicas modernas del desarrollo de la sociedad las que son objeto de la crítica, así como los que protestan y luchan justamente, a saber: la clase obrera y su vanguardia.

La filosofía marxista considera a la práctica no aislada de las leyes objetivas de la naturaleza y de la sociedad, sino en estrecha vinculación con ellas. El análisis de la práctica, de su esencia y de sus objetivos, conduce inevitablemente al estudio de la sociedad en la etapa dada de su desarrollo; en otro caso se convierte en abstracta, fuera del mundo de la actividad del sujeto. El concepto de práctica debe ser enriquecido con el análisis del movimiento social-histórico que se produce en nuestra época y de su reflejo en los conceptos y las teorías de las ciencias sociales. El mundo del hombre moderno se ha ampliado, la práctica no es enriquecida solamente por la entrada en la esfera de su actividad de nuevos objetos de la naturaleza como el mundo microscópico y el cosmos. Nuevos pueblos, países y capas sociales han tomado un papel en la historia. La filosofía no tiene como misión describir la época, sino reflejar en sus categorías su esencia y sus aspiraciones; no puede contentarse con fijar un material empírico, sino que debe explicar también las relaciones profundas y las leyes después de haber dirigido, de acuerdo con ellas, la actividad práctica y

teórica del hombre, sus actos y pensamientos hacia la realización de los ideales.

El aparato categorial de la dialéctica

El tratamiento de la dialéctica como método de pensamiento científico plantea a los investigadores una serie de cuestiones: primeramente, la metodología de la ciencia ¿se limita a la dialéctica, a sus leyes y categorías, o esta última no es más que la base filosófica general de la metodología de la ciencia, que incluye además los métodos de otras ciencias, como en particular la lógica matemática, la cibernética, la semiótica? En segundo lugar, ¿qué relación existe entre los métodos de conocimiento que apelan al contenido o a la forma, entre los componentes de la teoría relativos al contenido o la forma?

La resolución de estos problemas ha conducido a la necesidad de estudiar la lógica del conocimiento científico moderno basándose tanto en el método de la dialéctica materialista cuanto en otros métodos especiales que descubren tal o cual aspecto del movimiento hacia la verdad. Aquí no nos libramos, sea de cuestiones que jamás se habían planteado antes, sea de cuestiones cuya solución no constituía una exigencia tan apremiante del momento. Entre estas cuestiones conviene señalar la del análisis filosófico del lenguaje científico y los problemas metodológicos del análisis sistemo-estructural.

El problema del análisis filosófico del lenguaje científico ha llegado a ser particularmente agudo después de los cambios radicales en la forma misma de la expresión de los resultados del conocimiento emanados del hecho de la revolución científica. La teoría científica se expresa cada día más por un sistema de signos que permiten diversas interpretaciones. Una cuestión se plantea: ¿cómo poner en

evidencia el contenido cognoscitivo de una determinada teoría, su campo concreto? Ya está claro que los medios y los modos de interpretación de la teoría científica que dimanan de la lógica formal, aun que necesarios, son por completo insuficientes para resolver esta tarea. Por ello se ha presentado la necesidad más apremiante aún de un aparato de categorías filosóficas como medio lógico de evidenciar el alcance cognoscitivo de la teoría científica y definir su campo concreto de investigación.

Desde la antigüedad, la filosofía intentó crear un aparato categorial orientado hacia la solución de esta cuestión. Heráclito, Demócrito, Platón, Aristóteles, Spinoza, Kant, Hegel: he aquí una lista muy incompleta de pensadores que se dedicaron a resolver con grandes esfuerzos el problema de la creación de un sistema de categorías del pensamiento que sería un útil de penetración en la naturaleza objetiva de las cosas y en nuestros conocimientos de ellas. Desgraciadamente, mucho se ha dejado buenamente de lado en esta tradición de la filosofía, considerando que ella no tiene vínculo directo con la lógica. En efecto, comenzando por Heráclito, que proclamó la existencia de un logos universal de las cosas y en los procesos, la filosofía siempre exigió del pensamiento que siguiera su camino y que descubriese las propiedades y las determinaciones de las cosas y los procesos.

Realizando esta idea, la filosofía creó conceptos de una extrema generalidad que sirven de método al pensamiento científico y teórico. El proceso de conocimiento no puede partir de la nada. Para acceder a la comprensión teórica del objeto, no le basta al hombre tenerlo simplemente ante él y estar con él en estado de interacción práctica; necesita medios que le ayuden en formas determinadas a concebir el objeto. Son estos medios los que constituyen el apartado de las categorías de la dialéctica.

La filosofía, al determinar el papel de las categorías en el pensamiento, ha resuelto un cierto número de problemas ligados entre sí: 1) al generalizar la experiencia del conocimiento, ha elaborado los conceptos más generales; perfeccionar el aparato categorial es preocupación permanente de los filósofos; 2) ha analizado la naturaleza de los conceptos iluminando su relación con la realidad objetiva y la actividad práctica del hombre; 3) en fin, ha mostrado los modos de funcionamiento de las categorías en el proceso del movimiento del pensamiento.

Por lo que se refiere al último punto, es necesario señalar que Kant había analizado ya el papel de las categorías en la síntesis del conocimiento y en el proceso del juicio. Actualmente existen tareas nuevas y más vastas, a saber: esclarecer el papel de las categorías filosóficas en la interpretación de la teoría científica, en el movimiento del pensamiento, en la preparación progresiva de las ideas y de los conceptos fundamentales que sean el punto de partida de nuevas construcciones teóricas en la ciencia; es decir, la interpretación de la función de las categorías en la inteligencia científica de la realidad.

Por perfeccionados que puedan ser los aparatos matemático y experimental de la ciencia contemporánea, ésta deberá orientarse siempre hacia nuevos resultados, rechazando los viejos horizontes mediante la invención y la extrapolación científicas, para las que las categorías del pensamiento son el instrumento. La imperfección del sistema de categorías frena el ímpetu del pensamiento hacia la búsqueda de nuevas vías y pasos que, desde el punto de vista de la determinación de estricta lógica formal y de la experiencia bien orientada, pueden parecer inadmisibles, pero que, en realidad, abren una nueva página de la ciencia.

La filosofía marxista-leninista, como metodología

científica, resuelve un gran número de cuestiones; en particular, le incumbe un papel determinado en la interpretación de la teoría científica. Plantea un problema a resolver: cómo, con la ayuda del aparato categorial, integrar el lenguaje de la teoría científica al movimiento general del conocimiento, al desarrollo intelectual de la humanidad. Por eso ninguna teoría puede ser considerada como sistema del conocimiento humano si, para su interpretación, se utiliza únicamente su propio aparato conceptual. Las categorías de la filosofía, el lenguaje de la teoría en cuestión y el aparato analítico de la lógica formal constituyen el arsenal necesario de los medios que permiten la interpretación del lenguaje de la teoría científica.

Los conceptos creados por la filosofía contemporánea deben apuntar a la concepción de la realidad objetiva, pero deben abarcar esta realidad: primeramente, tomando en consideración sus propiedades y leyes de desarrollo universal; en segundo lugar, a partir de las necesidades de la transformación del mundo. El aparato categorial del materialismo dialéctico responde a esta doble exigencia; ayuda al sabio a integrar los resultados de tal o cual sistema teórico en la corriente general del desarrollo del conocimiento y de la práctica. Las categorías filosóficas y el lenguaje que las expresa son el medio intelectual de la época, sin el cual toda actividad productiva es imposible en la ciencia como en la práctica. Son las categorías las que dan al sistema lingüístico su carácter de conocimiento con un alcance social.

La función de las categorías de la filosofía marxista en el pensamiento teórico es muy diversa: por una parte, le permiten desplegarse ampliamente; por otra parte, lo determinan, lo orientan hacia una concepción de la realidad objetiva que tenga las formas necesarias para la práctica humana.

La función creadora de las categorías filosóficas se explica por el hecho de que estas categorías tienen una base más amplia que los conceptos de cualquier rama del conocimiento, sea ésta la que sea; contienen la generalización y la extrapolación de la experiencia del conjunto del conocimiento y no de ningún objeto determinado.

El análisis sistemo-estructural

Durante los últimos años, los investigadores soviéticos en el dominio de la dialéctica materialista han vuelto su atención hacia el método sistemo-estructural de estudio de los fenómenos de la realidad y de los resultados del conocimiento científico. Las bases de este método fueron expuestas por Marx en su análisis del sistema de las relaciones capitalistas de producción como un todo orgánico. Sin embargo, el desarrollo posterior de este método ha estado ligado a su extensión a otros fenómenos de carácter natural o socio-intelectual, en particular a los fenómenos del lenguaje. Al mismo tiempo, las posiciones filosóficas de Marx sobre los métodos de análisis de los sistemas orgánicos sirven de fundamento al análisis de los sistemas complejos de las otras ciencias.

La cuestión del método sistemo-intelectual es importante para los filósofos desde diversos puntos de vista. Pero es indispensable conocer las posibilidades y los límites de su aplicación a las diversas ramas de la ciencia. De otro modo, se presentaría el peligro de sustituir el método dialéctico por el estructuralismo, y así hacer del análisis sistemo-estructural la metodología universal del conocimiento científico moderno. A eso se añade que el estructuralismo se opone al historicismo, que el conocimiento del desarrollo del objeto es reemplazado por el de su estructura y el de las relaciones entre sus ele-

mentos. El análisis sistemo-estructural es un método particular del conocimiento, que se dirige a objetivos concretos; su elaboración es tan importante para la dialéctica como cualquier otro método del conocimiento existente en la ciencia moderna.

Enriquecer y perfeccionar leyes y categorías

Desde alrededor de 1955, el problema de las categorías de la dialéctica materialista es muy discutido en nuestra literatura especializada. La solución del problema está ligada a la realización de la idea de Lenin sobre la encarnación del contenido de la dialéctica materialista en la lógica del movimiento de las categorías.

Se comprende que los investigadores se han enfrentado a múltiples dificultades. El sistema de las categorías de la filosofía marxista fue precedido históricamente por la lógica de Hegel, que representaba el resultado del movimiento del pensamiento científico y teórico de la humanidad y de su desarrollo intelectual, y que expresaba algunas aspiraciones del futuro. En este sentido, la lógica de Hegel anticipaba algunas vías del desarrollo científico del siglo XIX. Por ello es difícil construir un sistema de categorías de la dialéctica sin tener en cuenta la lógica de Hegel. Sin embargo, sería, por lo menos, una gran simplificación reducir el problema de la elaboración de las categorías de la dialéctica, hoy, a una revisión materialista de la *Ciencia de la lógica* de Hegel por la simple introducción de correcciones exigidas por el estado actual de la ciencia. Y mucho más si, teniendo en cuenta la experiencia de la dialéctica hegeliana, con el esquematismo según el cual se pasa de una categoría a otra, se podría poner en duda la posibilidad y la necesidad de construir un sistema de categorías de la dialéctica materialista. En relación con esto, los investi-

gadores soviéticos han concentrado su atención en dos aspectos del problema: 1) patentizar los principios de la construcción de un sistema de categorías; 2) establecer la posibilidad de construir sistemas de categorías para objetivos diferentes. No obstante que los intentos de solución del problema han resultado positivos, hay que decir que nuestros investigadores están todavía un tanto alejados de la construcción de un sistema de categorías relativamente acabado que exprese la esencia del pensamiento teórico-científico contemporáneo y de sus perspectivas.

Los intentos de construir tal sistema de categorías conducen a dos conclusiones importantes. Primera: estos intentos sugieren la idea de que es imposible resolver el problema sin estudiar profunda y escrupulosamente la historia del pensamiento humano y sin proceder al análisis lógico de este último; segunda: para que tal sistema funcione efectivamente en el conocimiento científico contemporáneo, no es suficiente proponer el sistema más racional de categorías ya conocido en la historia de la filosofía. Se han producido en el pensamiento del siglo XX, en su estructura y en sus métodos, modificaciones no solamente en relación con los de los siglos XVII y XVIII, sino en relación con los de mediados del siglo XIX. Por ello, un sistema actual de categorías debe encerrar en sí no solamente nuevos principios de estructura, sino también categorías nuevas por su contenido. Si no se patentizan estas nuevas categorías, es difícil resolver el problema de formar un sistema.

La literatura marxista ha acumulado una experiencia teórica considerable, ligada a la aplicación de la dialéctica al análisis de los fenómenos de la realidad en general y de la sociedad en particular. La atención se dirige especialmente a la sociedad porque su estudio, de una parte, presenta una im-

portancia particular para la práctica de la edificación del comunismo, y, de otra, porque enriquece la dialéctica con ideas nuevas.

La experiencia de la aplicación de la dialéctica al análisis de los fenómenos que se producen ante nosotros contiene tantos aspectos positivos como negativos. Algunos filósofos han elegido, puede afirmarse, el camino de la facilidad. Sin preocuparse por analizar ellos mismos, sobre la base del método dialéctico, los agudos problemas actuales, la marcha de la vida social y de la ciencia, han tomado fórmulas dialécticas ya establecidas y han introducido en la práctica de la vida social y de la ciencia hechos ya conocidos. Este camino reduce la dialéctica a una suma de ejemplos y, en la práctica, se toman con frecuencia como ejemplos de dialéctica, o bien hechos científicos todavía inciertos, o bien medidas de organización insuficientemente reflejadas y que con frecuencia se confirma que son falsas. Por eso, con frecuencia también se rechazan en bloque tales o cuales hipótesis científicas, o se aceptan igualmente en bloque, con todos los elementos de inmadurez que son tolerables en el momento de aparición de un nuevo saber. O bien, por el contrario, se pasa de la entusiasta admiración a la negación total de algunas teorías nuevas.

El método de Marx y Lenin es la base teórica necesaria para el estudio de la sociedad contemporánea, tanto capitalista como socialista, por la vía de la generalización de los resultados del conocimiento científico. La dialéctica materialista orienta al pensamiento teórico hacia la comprensión de la lógica, de su funcionamiento y de su desarrollo. La aplicación de la dialéctica al análisis de la práctica de la sociedad contemporánea conducirá a la transformación y al enriquecimiento de su aparato categorial.

Por esta vía, la filosofía establece una ligazón real

con la marcha del conocimiento científico y de la práctica social contemporánea en su conjunto, ejerce sobre ellas una profunda influencia y las orienta hacia la solución de la grandiosa tarea de la edificación del comunismo.

Bonifacio Kedrov

UNA DIALECTICA ORIENTADA HACIA EL FUTURO

Lenin y las perspectivas de desarrollo de las ciencias de la naturaleza

Los escritos de Lenin relativos a las perspectivas de desarrollo de las ciencias de la naturaleza son bien conocidos. En estos textos, Lenin no habla de problemas estrictamente específicos de la ciencia, problemas hacia los cuales no era muy propenso, sino de cuestiones cruciales de metodología que se han presentado en el curso del desarrollo de la "revolución contemporánea de las ciencias de la naturaleza", a las cuales, en la época de Lenin, la ciencia no había dado respuesta. En este caso, como siempre, el análisis de Lenin se apoya por completo en la aplicación concreta de la dialéctica materialista a las ciencias de la naturaleza de la época, en los principios dialéctico-lógicos y gnoseológicos. Nosotros examinaremos:

1) Los escritos de Lenin que atañen directamente a las perspectivas de las ciencias de la naturaleza y que han sido confirmados por completo por el desarrollo posterior de la ciencia.

2) Algunas conclusiones que sólo se desprenden indirectamente de sus escritos, pero que han recibido igualmente su confirmación.

3) Las ideas y reflexiones de Lenin que esperan ser confirmadas por las ciencias de la naturaleza en su etapa actual.

1. ESCRITOS EXPLÍCITOS

Son esencialmente los textos que tratan de las dos grandes cuestiones siguientes: en primer lugar, las tendencias fundamentales y el carácter general del desarrollo del conjunto de las ciencias de la naturaleza, especialmente la física del siglo XX; en segundo lugar, las perspectivas de penetración de la ciencia en el corazón de la materia.

Revolución y crisis de la ciencia

Lenin analizó primeramente el proceso de ruptura revolucionaria en física y en todas las ciencias de la naturaleza iniciado con el descubrimiento de los rayos X y la radioactividad del electrón a fines del siglo XIX. Demostró que estos descubrimientos, así como los que le siguieron, exigían una revisión radical de las concepciones teóricas tradicionales, ya caducadas, de la estructura y las propiedades de la materia. Esta radical transformación de los conceptos científicos constituye la esencia misma de la revolución contemporánea de las ciencias de la naturaleza. A algunos científicos de pensamiento filosófico vacilante o de reflexión dogmática les parecía que el fundamento mismo del conocimiento científico se hundía, que se asistía a la negación y al derrumbe de toda la ciencia. Lenin demostró que se trataba de un proceso de progreso y que lo que se derrumbaba no eran más que las concepciones metafísicas que consideraban a los conceptos científicos como inmutables, fijos e incapaces de evolucionar. Posteriormente, todo el desarrollo de las ciencias de la naturaleza, comprendida la física, han confirmado la justeza del análisis de Lenin al mostrar que lo esencial se encontraba en esta transformación radical de los conceptos científicos, en su

liberación de la esclerosis y del pensamiento metafísico. En todo esto la dialéctica jugó un papel decisvo, papel que Lenin definía así: "La dialéctica, de forma general, es «el puro movimiento del pensamiento en los conceptos»; es decir, en términos despojados de toda mística idealista, que los conceptos humanos no son inmutables, y que, por el contrario, evolucionan continuamente transformándose el uno en el otro, deslizándose el uno en el otro, sin lo cual no reflejan la vida real. El análisis de los conceptos, su estudio, «el arte de operar con ellos.» —Engels— exige siempre el estudio del *movimiento* de los conceptos, su ligazón, el paso recíproco del uno al otro."

De este análisis se desprende que la utilización de la revolución científica por la filosofía reaccionaria es un fenómeno pasajero, transitorio, que la crisis que aquélla provocó no era más que una crisis de crecimiento de la ciencia y de ningún modo su decadencia, su descomposición o su pérdida. Esta crisis, "desviación hacia la filosofía reaccionaria" es, según Lenin, "una pausa temporal, un corto período doloroso en la historia de las ciencias, una enfermedad de crecimiento debida, por encima de todo, a una brusca revolución en los viejos conceptos heredados del pasado".

Esta apreciación de Lenin no tardaría en recibir una brillante confirmación. El año mismo en que fue emitida, Ostwald confesó públicamente el fracaso de su energética y reconoció la existencia de los átomos y de las moléculas, que había negado con pasión. Lenin observaba que "en la inmensa mayoría de los casos, Ostwald mismo consideraba como energía el movimiento *material*". La tendencia materialista, puesta en evidencia por Lenin en la confusa energética de Ostwald, acabó por imponerse sobre el intento idealista de concebir el movimiento sin la materia.

Más tarde, sobre todo después de 1913, cuando a partir de los descubrimientos anteriores (teoría de los cuanta, concepto de fotón, modelo planetario del átomo) Niels Bohr creó el modelo cuanto-electrónico del átomo, la realidad de los átomos y de las moléculas, negada por los adeptos de Mach y de la teoría energética, fue sólidamente establecida y aceptada por la gran mayoría de los científicos. Sólo quienes hubiesen roto totalmente con la ciencia podían dudar de su existencia. El idealismo "físico" de los comienzos del siglo XX había sufrido un fracaso completo, y como ocurre con toda moda desde el momento en que pierde su frescura y novedad, desapareció de la escena.

Sin embargo, el súbito eclipse de una moda no entraña un cambio radical de la ciencia: a este modo filosófico reaccionario sucedió otro un poco renovado, pero, en lo esencial, marcado por el mismo idealismo anticuado y carcomido que caracteriza a las ideas de Mach y a todo el idealismo "físico" de comienzos del siglo XX. Lenin previó que si los sabios no adoptaban la dialéctica materialista como concepción dominante del mundo y como método de investigación, no se lograría una transformación radical en el campo del conocimiento científico. "El espíritu materialista esencial de la física, como el de todas las ciencias contemporáneas, saldrá vencedor de todas las crisis posibles e imaginables con la condición expresa de que el materialismo metafísico deje su lugar al materialismo dialéctico". Esta condición no podía cumplirse (y, efectivamente, se ha cumplido) sino después de la victoria de la revolución socialista.

En su artículo "De la significación del materialismo militante", Lenin indicó los medios concretos que permiten a los investigadores de las ciencias de la naturaleza asimilar el materialismo dialéctico. En ese mismo tiempo se confirmaba el pensamien-

to de Lenin según el cual la física contemporánea engendra efectivamente el materialismo dialéctico y franquea el foso que separa al materialismo metafísico del materialismo dialéctico, "pero [la física] se encamina hacia el único método justo no en línea recta, sino en zigzag; no consciente, sino espontáneamente; no guiada por un «objetivo final», sino a tientas, titubeante, y a veces retrocediendo".

La inagotabilidad del electrón.

Por la aplicación concreta del método dialéctico al análisis de la revolución contemporánea en las ciencias de la naturaleza, y en particular al análisis del aspecto filosófico del descubrimiento de la divisibilidad y de la variabilidad del electrón y de la complejidad de su estructura interna (electrónica), Lenin pudo hablar de la inagotabilidad del electrón. En efecto, este descubrimiento podía dar lugar a dos clases de deducciones directamente contradictorias. La primera fue el hecho de que algunos sabios no querían romper con la concepción metafísica de las cosas. Razonaban así: el átomo, que hasta aquí era considerado como la partícula material última, elemental y absolutamente inmutable, se le considera compleja, variable y, en todo caso, no como la partícula última en el edificio del mundo. En adelante, según ellos, no sería el átomo, sino el electrón al que habría que considerar como la última partícula de materia, cuya representación agota el conocimiento de toda ella. Así, pues, se le debía atribuir al electrón todos los rasgos metafísicos que se le atribuían anterior y falsamente al átomo.

Lo que desde su punto de vista quería decir que el error consistía en haber atribuido los rasgos de invariabilidad, de simplicidad absoluta y de exhaus-

tibilidad a la partícula no conveniente: al átomo y no al electrón. Ahora se había reparado el error, puesto que en adelante se consideraría al electrón como la partícula última, agotando la realidad de la materia.

Lenin abordó este problema de una manera intrínsecamente diferente, guiándose por el materialismo dialéctico. La dialéctica niega toda hipótesis de partícula o de forma de materia que quede absolutamente inmutable, última, eterna y agotable por simple o elemental que pueda parecer. Si *todo* fluye, si *todo* cambia, todos los objetos de la naturaleza, por pequeños que sean, y tanto como se quiera, deben fluir y cambiar.

El derrumbamiento de la representación metafísica del átomo como límite absoluto de nuestros conocimientos de la materia, agotando todas las propiedades y manifestaciones de ésta, es, según Lenin, la prueba de que no existe ni podría existir en la naturaleza semejante partícula última de la materia. Lenin demostró que no se podían atribuir al electrón las antiguas propiedades metafísicas atribuidas al átomo; por el contrario, la revolución moderna de las ciencias de la naturaleza, que comprende el descubrimiento de la destructibilidad y la complejidad del átomo, ha demostrado que no puede haber en la naturaleza ninguna forma de la materia que pueda ser agotada. "El electrón es tan *inagotable* como el átomo, la naturaleza es infinita"..., subrayaba Lenin.

Esta notable tesis de Lenin nos sorprende hoy tanto más porque fue enunciada por un hombre que no era especialista de la física y no podía, pues, conocer en detalle ni la historia del desarrollo anterior de la teoría de la estructura de la materia ni su estado contemporáneo. Sin embargo, Lenin supo discernir qué camino debía seguir la física, que es hoy la suya, y que ha permitido una

sucesión de grandes descubrimientos.

Los escritos de Lenin sobre el electrón son una extrapolación directa a éste de los resultados obtenidos sobre el átomo, lo que confirma por completo una visión dialéctica de la naturaleza. "La destructibilidad del átomo, su carácter inagotable, la variabilidad de todas las formas de la materia y de sus movimientos han sido siempre el punto de apoyo del materialismo dialéctico —escribía Lenin—. Todos los límites son relativos, convencionales, movibles en la naturaleza; estos límites expresan la dirección de nuestro espíritu hacia el conocimiento de la materia"...

En vida de Lenin fue evidenciada la inagotabilidad del electrón; se descubrieron otras propiedades físicas del electrón: su capacidad de absorber y de emitir fotones, sus características cuánticas y, sobre todo, la propiedad cuántica que es el espín. Posteriormente, la física afirmó cada vez con mayor claridad que el electrón es verdaderamente inagotable, que debe ser complejo, por elemental que pueda parecer a primera vista.

No obstante, a pesar de que la mecánica cuántica haya renunciado a la idea de la partícula clásica, es decir, a considerar al electrón parecido a una minúscula bola, algunos sabios intentaron aún durante mucho tiempo representar al electrón bajo la forma de un punto material provisto de un número finito de propiedades. Lo que quería decir que el electrón continuaba siendo concebido como una partícula desprovista de estructura interna; dicho de otra forma: absolutamente simple y, por tanto, agotable.

El impetuoso desarrollo de la física de las partículas elementales, el descubrimiento de procesos de transformaciones mutuas de partículas, especialmente de procesos en que el electrón interviene apareciendo o desapareciendo (aniquilándose) han de-

mostrado que el electrón es inagotable. La evidencia de nuevas propiedades inhabituales de las partículas elementales y los primeros pasos dados en la penetración de su estructura interna, compleja y por completo original, han confirmado de nuevo la tesis de la inagotabilidad, no solamente del electrón, sino de toda partícula de materia en general, por simple que pueda parecer a primera vista.

Un especialista de las partículas elementales recientemente desaparecido, el físico inglés Powell, decía que la tesis de Lenin sobre la inagotabilidad del electrón ha sido, de hecho, el programa de toda la física contemporánea con su campo fundamental: la física de las partículas elementales, y ha definido la línea principal de su desarrollo, no solamente para el momento presente, sino para el futuro.

Los pasos del conocimiento de la naturaleza

Las ideas de Lenin acerca de la inagotabilidad del electrón se encuentran orgánicamente ligadas a toda una cadena de importantes consecuencias que se desprenden de la aplicación de la dialéctica por Lenin al estudio de los procesos que tenían lugar en la ciencia de la época. En el centro de estas consecuencias se encontraba la cuestión de la relación dialéctica existente entre los diversos grados del conocimiento científico y la escala sin fin del desarrollo de la ciencia, tan infinita e inagotable como son la naturaleza y la materia mismas. Desde este punto de vista, el átomo y el electrón no son más que dos eslabones estudiados sucesivamente de la cadena infinita de formas y aspectos de la materia y, en consecuencia, dos escalones en el conocimiento de la estructura de la materia. Lenin subrayaba que la "esencia" de las cosas (la "sustancia") es igualmente relativa; expresa solamente "el conoci-

miento humano de los objetos, sin cesar en su profundización, y si ayer todavía este conocimiento no iba más allá del átomo y no sobrepasa hoy al electrón o el éter, el materialismo dialéctico insiste en el carácter transitorio, relativo, aproximado de todos los escalones del conocimiento de la naturaleza por la ciencia humana en progreso continuo".

Nos encontramos aquí con el éter, que la física debía abandonar más adelante, pero que en la época era reconocido por la ciencia. Sin embargo, es importante observar que Lenin veía en la relación entre el átomo y el electrón la relación entre dos grados o dos escalones del conocimiento humano en su penetración hacia el corazón de la materia, en el corazón de su estructura. Todo este proceso se lo representaba Lenin como infinito, como lo es, repitámoslo, la materia misma en su profundidad. En este caso determinado, vemos cómo la dialéctica marxista ha servido de clave a Lenin. Así, al analizar la confrontación hegeliana de lo finito y lo infinito, su dialéctica, su unidad, Lenin anota: "Aplicar a los átomos *versus* electrones. En general, la infinitud de la materia en profundidad"... Y más adelante: "trabazón (de todas las partes) del progreso indefinido"...

Lo que significa que, según Lenin, los átomos y los electrones no son sino grados finitos de la escalera infinita del desarrollo de la naturaleza que corresponden a los pasos finitos del camino infinito del conocimiento de la materia, los que serán seguidos por otros grados y otros pasos que serán descubiertos y establecidos por la ciencia en el futuro, en su progreso ulterior. En consecuencia, la dialéctica servía aquí de proyector destinado a iluminar el camino de la ciencia durante algunas decenas de años.

La idea misma de grados o pasos en el camino del conocimiento de la materia y de su estructura,

enunciada por Lenin de forma tan precisa, ha tomado cuerpo recientemente en el concepto de nivel de complejidad siempre creciente en la organización estructural de la materia, concepto aceptado por la ciencia hace relativamente poco tiempo y que, de hecho, forma parte de sus ideas corrientes. Pero fue Lenin quien sentó las bases hace ya medio siglo al generalizar, a partir de la dialéctica marxista, los resultados de su análisis de los grandes descubrimientos de la física a fines del siglo XIX y comienzos del XX, y al comparar el átomo y el electrón; en otras palabras, lo que en nuestros días se denominaría dos niveles de organización estructural de la materia.

Este problema está directamente ligado a otra tesis de Lenin relativa al cuadro físico del mundo, el cuadro de la materia en movimiento. Cuando los idealistas atribuyeron al materialismo características simplistas, mecánicas, para facilitar la crítica y "refutar" una doctrina filosófica sedicentemente superada que no correspondía a la ciencia moderna, Lenin se burló de este necio proceder: "Sin duda es absurdo decir que el materialismo considera... obligatoria la concepción mecánica y no la concepción electromagnética u otra concepción infinitamente más compleja del mundo en tanto que *materia en movimiento*". En efecto, si hasta finales del siglo XIX se aceptaba en líneas generales una representación mecanicista del mundo que se remontaba a los siglos XVII y XVIII, a partir del siglo XIX ya la ciencia se orientaba hacia una representación electromagnética del mundo, y a fines del primer cuarto del siglo XX, hacia una representación infinitamente más compleja de los procesos físicos: la de la mecánica cuántica y de la relatividad. No obstante, en nuestros días esta última representación del mundo cede su lugar a una representación todavía mucho más compleja, ligada

al descubrimiento de la naturaleza de las partículas elementales y a los procesos intra-nucleares. De donde se desprende que toda representación física del mundo, por compleja que sea, tarde o temprano deberá ceder su lugar a una nueva que será aún más compleja a medida que la ciencia avance en la vía dialéctica del conocimiento de la verdad.

2. CONSECUENCIAS INDIRECTAS

Entendemos por consecuencias indirectas las conclusiones que Lenin no formuló tan claramente como en los escritos precedentes y que se refieren a objetos concretos y definidos de modo preciso, sino aquellas conclusiones a las que se podría llegar con la ayuda de las tesis generales de la dialéctica materialista desarrolladas por Lenin. Aunque en su época no se hayan extraído conclusiones de estas tesis, por lo menos en la forma que se hizo más tarde, es importante que estuvieran contenidas de forma latente en los trabajos de Lenin y que posteriormente hayan sido confirmadas por la ciencia.

Concretización del método dialéctico en las ciencias

Distinguiremos dos grupos de conclusiones indirectas: las que se refieren al método dialéctico general de estudio de la naturaleza y las que conciernen a problemas particulares, especialmente físicos y biológicos.

En primer lugar hablaremos de la tesis relativa a las relaciones entre verdad objetiva, verdad absoluta y verdad relativa. "Así —escribía Lenin—, el conocimiento humano es, por naturaleza, capaz de darnos, y nos da efectivamente, la verdad absoluta, que no es más que una suma de verdades re-

lativas. Cada etapa del desarrollo de las ciencias integra nuevos granos a esta suma de verdad absoluta, pero los límites de la verdad de toda proposición científica son relativos, unas veces ampliados y otras constreñidos, a medida que las ciencias progresan".

Detengámonos en estas últimas palabras: "Unas veces ampliados, otras constreñidos". Es evidente que si se imponen condiciones que limitan a una verdad dada, habrá constreñimiento. A la inversa, si las condiciones limitantes desaparecen o disminuyen en el curso del desarrollo científico, habrá ampliación. Lenin no precisó mucho esta tesis, pero la dirección de su pensamiento aparece aquí con bastante claridad. Aquí no dice nada de la relación entre dos verdades relativas que aparecen sucesivamente y que se refieren al conocimiento de un único y el mismo objeto de la naturaleza: una anterior y menos completa; otra posterior y más completa. Habla solamente de la correspondencia entre nuestras representaciones y el objeto estudiado: "al movimiento de las representaciones, de las percepciones, etc., corresponde el movimiento de la materia exterior".

A propósito de las ideas del matemático Grassman, Lenin califica de enunciación estrictamente materialista la tesis sobre "la imposibilidad de hacer concordar el pensamiento y *el ser*". Esto, dice Lenin, no niega en absoluto otra tesis de Grassman, tesis en la que se considera "la concordancia de los procesos del pensamiento entre sí".' En la medida en que esta última tesis es directamente ligada por Grassman con la que considera "la concordancia del pensamiento y el ser", la posición materialista general de Grassman aparece clara: si las ideas corresponden al ser, deben corresponderse igualmente entre ellas.

Incluso si esto sólo es implícito o indirecto, se

puede encontrar en estas consideraciones la base filosófica del principio de correspondencia que más tarde enunciará Bohr en relación con la solución del problema de las relaciones entre representación clásica y representación cuántica en física. En efecto, en el campo de las teorías físicas —la antigua (clásica) y la nueva (cuántica)—, Bohr estudió la cuestión del paso de algunas teorías (o leyes) a otras en los dos sentidos, unas veces mediante determinadas condiciones físicas que restringen el cuadro de la verdad de que se trata, otras veces suprimiendo condiciones y ampliando el cuadro. A fin de cuentas, las formulaciones antiguas (clásicas) y las expresiones cuantitativas de las teorías y de las leyes correspondientes aparecen como un caso particular o límite de las teorías y de las leyes nuevas (cuánticas o relativistas). Esto tuvo para la física un inmenso alcance heurístico, pues las antiguas teorías y leyes habían sido probadas en la práctica y habían sido elevadas desde hacía mucho tiempo al nivel de verdades objetivas, aunque, naturalmente, relativas.

El principio de correspondencia, en su interpretación filosófica desde el punto de vista de las tesis de Lenin sobre la verdad (fue I. V. Kuznetsov quien dio primero esta interpretación), puede servir de fundamento a las concepciones sobre la sucesión entre teorías físicas clásicas y nuevas, entre conocimientos antiguos y nuevos del objeto físico.

Se podría decir lo mismo a propósito de la forma en que Lenin caracteriza el creciente papel del pensamiento abstracto en las ciencias de la naturaleza en general y de la abstracción matemática en particular, a medida que se profundiza en la estructura interna de la materia y de sus micropartículas. Lenin consideraba que la extensión de los métodos matemáticos a la física constituía un éxito inmenso para las ciencias de la naturaleza; ella era signo

de la aproximación a los "elementos homogéneos y simples de la materia cuyas leyes del movimiento son susceptibles de una expresión matemática".

Lenin plantea explícitamente la cuestión de la significación del creciente papel de la abstracción. ¿Quiere decir esto que la ciencia comienza a alejarse del objeto mismo de estudio o que es la única vía posible para acercar el objeto, que es el camino del conocimiento? En cierto modo, subrayaba Lenin, la representación se sitúa evidentemente más bajo que el pensamiento. "El fondo del problema reside en que el pensamiento debe abarcar toda la «representación» en su movimiento y *por eso* el pensamiento debe ser dialéctico. ¿Está la representación más próxima a la realidad que el pensamiento? Sí y no. La representación no puede contener al movimento en su *totalidad;* por ejemplo, no puede percibir un movimiento de 300.000 kilómetros por segundo, en tanto que el pensamiento puede comprenderlo y lo comprende".

Lenin desarrolla la tesis según la cual el pensamiento abstracto es el camino del conocimiento de la verdad, aunque a primera vista pueda parecer que se aleja del objeto percibido por los sentidos. "El pensamiento, al elevarse de lo concreto a lo abstracto no se aleja —si es *correcto.* B. Kedrov—... de la verdad, sino que se aproxima a ella. Las abstracciones de *materia,* de *ley natural,* la abstracción de *valor,* etc., en una palabra, *todas* las abstracciones científicas (justas, serias, no huecas) reflejan la naturaleza más profunda, más fiel, más completamente".

Los mecanicistas y sus aliados entre los materialistas vulgares veían idealismo en la abstracción de teorías físicas como la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica. La evidencia sensible y la modelización mecanicista de las antiguas representaciones clásicas, que no se habían alejado aún de la

perceptibilidad por los sentidos del objeto estudiado, desaparecían de las teorías para dejar lugar a la abstracción matemática. Los escritos de Lenin mencionados más arriba se refieren también de manera indirecta a este problema de las ciencias de la naturaleza. Lenin demostró que esta abstracción, esta desaparición de la posibilidad de ilustrar las relaciones entre las cosas y los procesos, así como sus mismas leyes, con la ayuda de los modelos mecánicos concretos, testimonian no un retroceso ante la verdad, sino, por el contrario, un acercamiento y, en todo caso, no significan de ninguna manera que las nuevas teorías físicas sean idealistas.

Contrariamente a Timiriazev, que se esforzaba por demostrar que la teoría de la relatividad de Einstein está marcada de un extremo al otro de idealismo precisamente a causa de su elevado grado de abstracción, Lenin situaba a Einstein entre "los grandes reformadores de las ciencias de la naturaleza". Se desprende con toda claridad de los anteriores escritos de Lenin consagrados a esta cuestión, que el derrumbe del principio de la modelización mecánica concreta en física durante la segunda mitad de los años veinte de nuestro siglo, lejos de minar las bases de la dialéctica materialista vienen, por el contrario, a probar su validez. Lo que se derrumbó fueron los principios del materialismo mecanicista que subsistían en física con las representaciones de la partícula clásica y su comportamiento mecánico.

La observación de Lenin sobre la necesidad de tomar dos principios dialécticos —el principio del desarrollo y el de la unidad del mundo— en su ligazón interna: "el principio universal del desarrollo debe ser aunado, ligado, reunido con el principio universal de *la unidad del mundo*, de la naturaleza, del movimiento de la materia, etc.", es particularmente notable.

Esta unión, esta ligazón, esta reunión de los dos principios mencionados constituye el fundamento del método histórico comparativo o histórico-estructural de estudio de los objetos de la naturaleza en su interpretación dialéctica. Este método está ampliamente extendido en una serie de ciencias de la naturaleza. A partir de su examen histórico (genético), la física y la química descubren la estructura interna (enlace entre los elementos) de su objeto. A la inversa, la geología, la astronomía y la biología descubren la historia anterior de su objeto, su génesis, partiendo de su estructura (de su construcción interna) ya conocida. En los últimos tiempos se ha presentado que estos casos se entremezclan y pasan uno al otro (estudio de los nuevos objetos de la astronomía, estudio de la vida al nivel molecular).

Vamos a detenernos ahora en la concepción dialéctica del desarrollo basándonos en la fuente del "automovimiento" y en el "mecanismo" del desarrollo (tránsito de un estado a otro).

La unidad de los contrarios en la concepción dialéctica del movimiento

Como se sabe, en las ciencias de la naturaleza el "desarrollo como unidad de los contrarios (desdoblamiento del uno en sus contrarios excluyéndose mutuamente, y relaciones recíprocas entre ellos)" se manifiesta con frecuencia como contradicción entre lo continuo y lo discontinuo.

A propósito de la formulación hegeliana según la cual lo continuo y lo discontinuo (discreto) tomados separadamente no son verdaderos, y que sólo su unidad lo es, Lenin observaba: "La verdad dialéctica". Por lo mismo, Lenin orientaba su reflexión hacia la búsqueda de vías que condujeran a la re-

unión, al enlace, a la reducción, a la unidad interna de los dos contrarios (continuo y discontinuo) allí donde todavía se encuentran separados y, por consiguiente, no verdaderos.

En otra parte, Lenin anota: "El movimiento es la esencia del tiempo y del espacio. Dos conceptos fundamentales expresan esta esencia: continuidad (*Kontinuität*) (infinita) y «puntualidad» (= negade la continuidad, discontinuidad). El movimiento es la unidad de la continuidad (del tiempo y del espacio) y de la discontinuidad (del tiempo y del espacio). El movimiento es una contradicción, es la unidad de los contradictorios".

Se desprende que Lenin no plantea aquí la cuestión sino de la forma más general; pero no por ello deja de revestir una considerable significación si se considera la evolución de la física de los microfenómenos después de la creación de la mecánica cuántica. Ya había aparecido en óptica una contradicción entre la idea de continuidad (ondulatoria) de los procesos de propagación de la luz y la de discontinuidad (carácter discreto, cuantificación) de los procesos de emisión y absorción de la luz. Más tarde, en el cuadro de la teoría clásica apareció la contradicción insuperable entre la posibilidad de construir un modelo del átomo a partir del concepto de partícula clásico y los datos de la experimentación física. Posteriormente se comprobó que la fuente de las dificultades y contradicciones es la ruptura tradicional entre continuidad y discontinuidad, continuo y discreto, ondulatorio y corpuscular, tal como esta ruptura se introdujo hace tiempo y se instaló sólidamente en la física. La única forma de salir de las contradicciones y dificultades es considerar que la onda y el corpúsculo, lo continuo y lo discontinuo existen en el campo de los microprocesos en unidad indisoluble y que no hay partícula sin onda ni onda sin partícula.

Con ello se ha restablecido en la física esta "verdad dialéctica" de la que hablaba Lenin. Desde los primeros trabajos de Luis de Broglie, la física cuántica tomó esta vía.

La transformación de uno en otro en la concepción dialéctica del desarrollo

Habitualmente, la transformación de una sustancia se hace de tal modo que las partículas existentes en esta sustancia se unen unas con otras, o al contrario, se separan, o aun se agrupan diferentemente en el seno de una partícula más compleja. Pero, en lo esencial, estas partículas se conservan tal como eran al comienzo del proceso. Así es como se producen las reacciones químicas; éste es el caso, entre otros, de la combinación de átomos en moléculas o la descomposición de una molécula en átomos distintos o grupos de átomos. Por ello, la ley de la unidad de los contrarios, según Lenin, actúa en química como "combinación y disociación de átomos".

Sin embargo, Lenin admitía la posibilidad de transformaciones cualitativas más profundas de la materia, mediante otros procesos, no por separación o combinación de partículas dispuestas a conservarse después del proceso, sino por la transformación completa de un elemento en otro con la total desaparición de la forma anterior y el nacimiento (aparición) de una nueva forma. Escribía: "Si todo se desarrolla, esto significa que todo pasa de uno a otro, pues es claro que el desarrollo no es un simple, universal y perpetuo *crecimiento* o *aumento* (*respectivamente,* una disminución), etc. Si esto es así: 1o.) es necesario comprender *más exactamente* la evolución como nacimiento y destrucción de todo, como tránsitos recíprocos".

Refiriéndonos a los pensadores griegos de la antigüedad, Lenin hace notar que "algunos conciben la transformación como la existencia de partículas cualitativamente determinadas y su aumento (*respectivamente*, disminución), (fusión y disociación). Otra concepción (Heráclito): transformación del *uno en el otro*".

Veinte años después de haberse escrito estas palabras, los físicos descubrieron la transformación del electrón y del positrón ("pares") en fotones (en luz), y posteriormente la aparición (emisión), en el campo del núcleo pesado, de este mismo par a partir del fotón gamma duro. Precisamente de esta transformación de uno en otro hablaba Lenin. En efecto, ni la desaparición (destrucción = aniquilación) del electrón y del positrón, ni su aparición (emisión) a partir de los fotones duros pueden ser presentadas en ningún caso como un simple reagrupamiento de partículas preexistentes que se conservarían como tales en el seno del electrón y del positrón o en el seno de los fotones. El electrón y el positrón poseen una masa específica (masa en reposo), cargas eléctricas iguales pero de signo diferente, espines de un medio. Además, la masa total (en reposo y en movimiento) del "par" de partículas elementales es exactamente igual a la masa de movimiento de los fotones nacidos del par. Y lo mismo ocurre con la energía total, que es cuantitativamente proporcional a la masa. Los fotones no tienen carga eléctrica ni masa en reposo, ni espín. Es, pues, en la transformación de la luz (fotón) en sustancia (electrón y positrón) cuando aparecen propiedades físicas totalmente nuevas, propiedades que no existían incluso en germen en la luz inicial (fotón). Estas propiedades desaparecen a su vez por completo en el momento en que el "par" es aniquilado y convertido en luz.

Soportes materiales de las propiedades biológicas

El problema surge indirectamente en relación con la crítica de la doctrina de Mach por Lenin. Este rechaza la acusación de Mach contra el materialismo, según la cual el materialismo dejaría sin respuesta la cuestión del origen de las sensaciones. "¿Qué otro punto de vista filosófico «resuelve» un problema para el cual no ha reunido todavía datos?" La palabra "elemento", que algunos ingenuos toman por algo nuevo, no hace más que embrollar la cuestión al incorporar un término que no quiere decir nada y que crea la ilusión de haberse dado un paso hacia adelante. "Pretexto falaz, pues, de hecho, hay que estudiar todavía, y estudiar cómo la materia, que pretendidamente no está dotada de sensibilidad, se une a otra materia compuesta de los mismos átomos (o electrones) y provista al mismo tiempo de la facultad específica de sentir. El materialismo plantea claramente esta cuestión todavía no resuelta, incitando, por lo mismo, a su solución y a nuevas investigaciones experimentales. La doctrina de Mach, variedad de un idealismo confuso, oscurece la cuestión y desvía el estudio mediante un subterfugio verbal vacío de sentido: *elemento*".

Reflexionemos sobre este razonamiento de Lenin. Son los mismos átomos (o electrones) los que en un caso componen la materia ordinaria pretendidamente privada de toda sensibilidad, y en otro caso la materia claramente apta para sentir. Así, para Lenin, primeramente son los átomos y los electrones, es decir, las partículas de materia, los que constituyen los soportes materiales de propiedades biológicas tales como las sensaciones; en segundo lugar, la aparición de la sensación bajo su forma claramente expresada está ligada al hecho de que las mismas partículas de materia (átomos y electrones) se agrupan de tal suerte que de la materia que

parecía carente de toda sensibilidad surge la materia sensible; en tercer lugar, el tránsito no se produce bruscamente, como si no se supiera de dónde, sino en el curso de una larga evolución de la naturaleza inanimada al comienzo, viva posteriormente, según un proceso de desarrollo de la materia como un salto dialéctico que corona la gradación evolutiva del desarrollo. "La sensación —escribe Lenin— depende del cerebro, de los nervios, de la retina, etc.; es decir, de la materia organizada de forma determinada... La sensibilidad, el pensamiento, la conciencia, son los productos más elevados de la materia organizada de una cierta manera".

Lenin insiste especialmente en la importancia de la comprensión del paso dialéctico de la materia a la conciencia y subraya además que "es dialéctico no solamente el paso de la materia a la conciencia, sino también el de la sensación al pensamiento, etc." "¿En qué se distingue —pregunta Lenin— un tránsito dialéctico de otro no dialéctico? Se distingue por el salto, por la contradicción, por la interrupción de la gradación, por la unidad (identidad) del ser y el no ser".

Todo esto es de una importancia primordial para la solución del problema de los soportes materiales de las propiedades biológicas en general, comprendidas propiedades como la herencia, comparativamente más extendidas que las sensaciones. En principio, apoyándose en los textos de Lenin, se puede considerar que los mismos átomos y electrones, por su diferente agrupamiento —y solamente así se pueden comprender los razonamientos de Lenin—, son capaces en un caso de formar compuestos químicos ordinarios desprovistos de propiedades biológicas y en otros casos compuestos que constituyen los soportes materiales (sustratos) de estas propiedades.

Cuando los enemigos de la genética calificaban de idealismo y de mística el reconocimiento de los

soportes materiales específicos de la herencia, no solamente se incribían abierta y erróneamente contra los biólogos genetistas, sino incluso contra los principios que Lenin situaba en la base de todo este problema, a saber: que la diferencia entre la materia desprovista de una propiedad biológica determinada (la sensibilidad) y la materia dotada de esta propiedad depende solamente del modo de organización de la materia; es decir, la diferencia entre el enlace que se establece entre las mismas partículas de materia (átomos, electrones). En química, desde hace mucho se sabe que esta diferencia determina los fenómenos de isomería y, en general, de metamateria. El descubrimiento de la estructura química del ARN y del ADN (ácidos nucléicos) y de su función en los procesos biológicos (herencia, biosíntesis) demuestra de forma brillante la justeza de la formulación del problema, si bien Lenin no haya tenido en cuenta los fenómenos de la herencia en el momento en que formulaba su interpretación materialista de la génesis de las sensaciones.

3. IDEAS QUE ESPERAN SU COMPROBACIÓN

En los trabajos de Lenin hay también desarrollos que la ciencia actual no está en condiciones de comprobar con experiencias concretas. Las experiencias futuras darán una respuesta a estas cuestiones. Examinaremos aquí formulaciones basadas en la noción de la unidad del mundo, la posibilidad de abarcar por medio de una ciencia única toda la naturaleza, desde las formas y los aspectos más simples de la materia que conocemos hasta los más complejos.

La propiedad del reflejo, en los fundamentos mismos de la materia

Uno de los problemas expuestos por Lenin y que

la ciencia todavía deberá resolver concretamente consiste en saber cuáles son las premisas de la sensibilidad, propiedad que aparece en el curso del proceso de desarrollo de la materia. Replicando a las acusaciones de Mach contra los materialistas, Lenin observaba que "la sensación no está ligada, en su forma más pura, más que a las formas superiores de la materia (la materia orgánica) y que no se puede suponer más que en los fundamentos del mismo edificio de la materia la existencia de una propiedad análoga a la sensación". Y, también, es "lógico suponer que toda materia tiene la propiedad de reflejar las cosas exteriores, propiedad que, en el fondo, se asemeja a la sensación".

¿Cuál es el carácter de esta propiedad del reflejo, propio de la materia en general y, por consiguiente, de las partículas más simples y más elementales? ¿De qué modo se expresa cada vez más claramente, a partir de sus formas embrionarias, esta propiedad que en la materia altamente organizada adopta la forma de sensación, y después de ésta, mediante un salto dialéctico, adquiere la forma de pensamiento y de conciencia? Los intentos de responder al problema expuesto por Lenin por medio de referencias a los tipos ordinarios de reflexión en los espejos o por el concepto de información y la cibernética han resultado inútiles. La resolución de este problema será labor de una teoría universal de la evolución capaz de abarcar con una mirada todo el camino del desarrollo de la materia —desde sus estadios y formas más inferiores, correspondientes a los objetos físicos más elementales, hasta los más elevados y desarrollados, ligados a la actividad del conocimiento humano—, y aún más, de abarcar de modo capaz de mostrar cómo se pueden representar y concebir las formas superiores como desarrollo a partir de formas inferiores (en particular, a partir del movimiento de los electrones). Por el mo-

mento no existe tal teoría. Nosotros estamos en la tarea de poner en condiciones algunos eslabones aislados y de dilucidar enlaces y pasos entre estos eslabones.

Reducción del mundo al movimiento de los electrones

Al criticar las ideas de los adeptos de Mach relativas al concepto de masa, Lenin escribió: "Reducido el universo al movimiento de los electrones, será posible eliminar de todas las ecuaciones al electrón, puesto que sería sobreentendido, y la correlación entre los grupos o agregados de electrones se reducirá a su aceleración mutua (si las formas del movimiento fuesen tan simples como en mecánica)".

Los mecanicistas, que en vano intentaron "reducir" la cualidad a la cantidad, pretendieron aferrarse a esta frase, pero les resultó inútil. Para Lenin, se trata de otra cosa, y la palabra "reducir" es utilizada con la única intención de mostrar el enlace genético, de explicar la aparición de lo superior a partir de lo inferior (siendo en este caso lo inferior el movimiento de los electrones). Cuando dice que las formas del movimiento no son tan simples como en mecánica, Lenin tiene en cuenta la "reducción" mecanicista.

La idea esencial de la tesis de Lenin es que con el tiempo, el mundo en su conjunto, y por consiguiente la materia organizada viva, podrá ser representada como surgida y constituida (construida) a partir de los electrones, las partículas más simples (al nivel del conocimiento). Por esto es necesario seguir rigurosamente todo el camino del desarrollo de la materia desde su punto relativamente más simple (el cual está verosímilmente precedido por otras formas y estados todavía más simples)

hasta el más elevado en la naturaleza. Este es un problema planteado a las ciencias de la naturaleza del futuro y que deberá ser resuelto por una ciencia mucho más avanzada que la nuestra, la que estará provista de calculadoras electrónicas. No se puede decir hoy cuándo ocurrirá esto ni, mucho menos, cuándo serán observados en los fundamentos de la materia los embriones de la reflexión como propiedad general de la misma. Pero los dos problemas están enlazados; es claro que serán resueltos al mismo tiempo por la ciencia como dos cuestiones anexas.

Del carácter paradójico de los descubrimientos futuros

El desarrollo de la ciencia y de sus conceptos se orienta de lo habitual, de lo ordinario, hacia lo que parecería inhabitual, extraño, extravagante, y aún más: hacia lo que parecería no corresponder a las ideas humanas normales. En su tiempo, considerar que la Tierra era redonda conducía, al parecer, a concluir que sobre el otro hemisferio la gente caminaba cabeza abajo. Para el "buen sentido", sólo los locos, los anormales podían pensar tal cosa. Sin embargo, los que exponían ideas nuevas frente a las concepciones habituales eran los que tenían razón.

Los mecanicistas rechazaban las nuevas ideas de la física porque éstas no correspondían a la concepción del mundo irremediablemente superada que ellos tenían. En su crítica del mecanicismo, Lenin diseñó la imagen del movimiento de la materia a partir de nuevos datos de la física y subrayó que era imagen del movimiento de la materia en el tiempo y en el espacio, y que, consiguientemente, tenía un carácter materialista al mismo tiempo que dialécti-

co. "El espíritu humano —concluía Lenin— ha descubierto cosas milagrosas en la naturaleza y descubrirá todavía más, acrecentando su dominio sobre la naturaleza; pero esto no quiere decir que la naturaleza sea una creación de nuestro espíritu o del espíritu abstracto; es decir, del dios de Ward, de la «sustitución» de Bogdanov, etcétera."

Como vemos, aun criticando a los materialistas de la escuela mecanicista, Lenin fustiga a los idealistas, quienes hubieran querido utilizar en beneficio propio la dificultad, la novedad, la "extranjería", el carácter 'insólito" de los nuevos descubrimientos y de las nuevas teorías físicas. Ni los mecanicistas ni los idealistas de cualquier escuela han dado la interpretación justa a las concepciones nuevas llegadas a reemplazar las viejas ideas mecanicistas. Como lo demuestra justamente Lenin, sólo la dialéctica materialista podía hacerlo; "Por singular que parezca al punto de vista del «buen sentido» la transformación del eter imponderable [nosotros diríamos hoy el campo electromagnético o la luz. *B. Kedrov*] en materia ponderable o inversamente; por «extraño» que sea la ausencia en el electrón de otra masa que no sea la electromagnética [hoy se sabe que el electrón posee también una pequeña masa en reposo. *B. Kedrov*]; por inhabitual que sea la limitación de las leyes mecánicas del movimiento al exclusivo campo de los fenómenos electromagnéticos [lo que expresa el principio de correspondencia citado más arriba. *B. Kedrov*], todo esto no hace sino *confirmar* una vez más al materialismo dialéctico".

Poco antes de su muerte, en relación con la idea nueva de Heisenberg sobre la teoría de las partículas elementales en trance de constituirse, Bohr decía que esta idea no era bastante "loca" para dejar de ser verdadera. Bohr veía en ello lo mismo que Lenin había visto medio siglo antes. Desde el

punto de vista de las ideas contemporáneas, las ideas nuevas parecen insólitas, "extrañas", inhabituales, paradójicas. Esto es debido a que estas ideas rompen radicalmente con las ideas aceptadas hoy e introducen en la ciencia concepciones fundamentalmente nuevas, irreconciliables con las precedentes y, por consiguiente, imponen una ruptura categórica; es decir, una nueva revolución en la ciencia. Si las nociones nuevas no rompen suficientemente con las viejas, si no parecen todavía suficientemente "extrañas" e insólitas, es porque guardan aún bastantes rasgos de las antiguas.

Todos sabemos que la dialéctica ha parecido siempre "extraña" y paradójica desde el punto de vista del "buen sentido". Así fue en todos los tiempos. Y cuando, al fin, fue descubierta esta idea suficientemente "loca", según expresión de Bohr, sobre la naturaleza de las partículas elementales, fue un nuevo triunfo de la dialéctica. A medida que el espíritu humano haga nuevos e insólitos descubrimientos, los triunfos de esta clase se multiplicarán.

Lenin llamaba a la dialéctica el alma del marxismo. También fue el alma de las ideas de Lenin en el campo de las ciencias de la naturaleza, así como el instrumento con el cual supo discernir los contornos de un futuro lejano y las grandes perspectivas del desarrollo de la ciencia contemporánea de la naturaleza. Precisamente la dialéctica marxista confirmó lo que Lenin decía en otro contexto: "Las profecías milagrosas son cuentos; pero las profecías científicas son un hecho del saber".

A. Kolmogorov

LA VIDA Y EL PENSAMIENTO COMO FORMAS PARTICULARES DE EXISTENCIA DE LA MATERIA

—I—

1. Si se analiza atentamente la forma en que está construido el artículo "Vida", de A. Oparin, en la *Gran Enciclopedia Soviética* (tomo 16 de la segunda edición), se observa fácilmente que las propiedades esenciales de la vida, como modo particular de organización de la materia, tal como son descritas en este artículo admiten una formulación en que se hace abstracción de la naturaleza concreta de los procesos físicos (y sobre todo químicos) elementales que constituyen el fundamento:

a) "Todo organismo no vive, no existe, sino en el tiempo durante el que pasan a través de él en una oleada continua partículas de sustancia sin cesar nuevas y la energía que les es propia". La sustancia que penetra en el organismo sufre transformaciones profundas y adquiere una estructura semejante a la de la sustancia de que estaba constituido anteriormente el cuerpo vivo. Lo que es "específico de la materia viva" es que sus transformaciones de sustancia "están organizadas de una determinada manera en el tiempo, están coordinadas entre sí en un sistema coherente... y tienden en su conjunto hacia una constante autorrenovación y una constante autoconservación del organismo vivo en su conjunto"...

b) "Un estudio profundo... condujo a la conclusión de que este orden no es algo exterior, inde-

pendiente del cuerpo vivo (como lo afirman los idealistas); por el contrario, sabemos... hoy que la velocidad, la orientación y la correlación de los diferentes" procesos que se desarrollan en el organismo, es decir, "todo lo que constituye el orden en cuestión", está enteramente determinado por "las relaciones que se crean en los cuerpos vivos en su unidad con las condiciones del medio exterior".

c) "La más evidente" de las otras propiedades elementales de los cuerpos vivos "es la capacidad de autorreproducción propia de los cuerpos vivos". La autorreproducción de los organismos vivos no se reduce a la multiplicación de las estructuras más simples que los constituyen. Estas estructuras más simples pueden formarse *de novo* en el organismo. "La sucesión" de los procesos "no depende de cualquier factor único, sino refleja toda la organización" del cuerpo vivo dado en su "interacción con el medio exterior".

d) ..."la excitabilidad, como forma particular de enlace del organismo con las condiciones del medio exterior, es inherente a todo lo que vive, comprendidos los seres vivientes más primitivos".

e) "Junto al crecimiento, la excitabilidad y otras manifestaciones de la vida, la aptitud de multiplicarse... es una de las propiedades esenciales de los cuerpos vivos".

f) ..."El progreso de la organización material de la vida consiste... en una diferenciación siempre más grande del cuerpo vivo en partes, y una individualización de estas partes en grupos u órganos con funciones... diferentes".

g) "En la herencia se encuentra fijada la experiencia de la historia de todas las generaciones anteriores". La herencia y la variación forman parte de las "particularidades de la vida", que "han tomado una importancia decisiva para todo el desarrollo posterior del mundo orgánico"...

2. Esta serie de afirmaciones de A. Oparin puede servir de base sólida para una *definición de la vida* haciendo abstracción de la naturaleza concreta de los procesos físicos elementales cuya *organización* específica nos permite calificar de fenómenos de la *vida* a su desarrollo de sistema coherente.

El cibernético reconoce fácilmente en "la experiencia de la historia de todas las generaciones anteriores", en "la excitabilidad", etc., las formas biológicas concretas de manifestación de las nociones generales, bien conocidas de él, de acumulación y de conservación de información, de *feed-back*, etcétera.

Puede ser que contra el deseo del autor hayamos aislado esta serie abstracta de construcciones lógicas de A. Oparin. Para hacerlo, hemos debido, interrumpiendo el curso exacto de las citas, reemplazar algunos términos concretos por otros más generales; por ejemplo, las transformaciones químicas por la transformación de la estructura de las sustancias en general, etc. En el resto, nuestra exposición sigue bastante fielmente el pensamiento de A. Oparin.

3. En realidad no conocemos hasta el momento más que el mundo de los seres vivos que pueblan la Tierra; este mundo tiene una *historia común* por lo que se refiere a su origen y a su evolución. Por grandiosas que sean sus proporciones, es un *fenómeno singular* que se ha desarrollado y se desarrolla en un lugar determinado y en un período de tiempo determinado. Hace algunos años aún, la cuestión de saber si la palabra *vida* es el nombre propio de este mundo —unido por la historia común—, de los seres vivos terrestres, o si designa una noción general relativa a un número ilimitado de sistemas de seres vivos aparecidos y desarrollados en una forma independiente en condiciones completamen-

te diferentes, era en el fondo bastante ociosa. Me parece que A. Oparin ha dado muestra de mucha sabiduría al titular su artículo de forma que no tuviera que desarrollar esta formulación general: "La vida es una forma particular del movimiento de la materia que aparece en una etapa determinada de la evolución histórica de ésta y que está representada en nuestro planeta por un inmenso número de sistemas individuales diferentes: los organismos'". Respecto a la vida que efectivamente existe en la Tierra, A. Oparin tiene absolutamente razón al indicar que "todo el desarrollo posterior de la biología ha confirmado brillantemente" la tesis de Engels "que caracteriza a los cuerpos albuminoideos como el soporte material de la vida"...

4. Destacar la unidad de las bases físico-químicas comunes a la estructura de todos los seres vivos terrestres, así como la unidad de la historia del mundo orgánico que se ha desarrollado efectivamente en la Tierra, ha jugado un gran papel progresivo en el desarrollo de la biología. Basta con recordar que era necesario refutar, en una época aún no tan lejana, las concepciones primitivas sobre la posibilidad de una "generación espontánea" de los seres vivos en la materia inerte, sin pasar por toda la compleja historia de la evolución orgánica. Por eso las definiciones de la vida consistentes de hecho en una descripción de conjunto de los principales rasgos de la única forma de vida conocida por nosotros, fueron progresistas hasta una época reciente.

5. Lo mismo ocurría hasta una época reciente por lo que se refiere a la noción de *pensamiento*. En efecto, no conocemos más que el pensamiento del hombre y el "pensamiento elemental concreto" (I. Pavlov) de los animales superiores, que es una actividad del *cerebro*.

6. Sin embargo, la situación es hoy diferente en razón de dos circunstancias del todo concretas. La primera es que en el siglo de la astronáutica, el encuentro de nuevas formas de la materia que posean las propiedades esenciales y prácticamente *importantes* para nosotros de los seres vivos o pensantes, es efectivamente posible.

7. La segunda de estas circunstancias es la aparición de posibilidades, en principio ilimitadas, de *modelización* de sistemas materiales con una organización tan compleja como se quiera, y que nos ofrecen las calculadoras modernas (ver más en detalle II).

8. Estas dos circunstancias requieren urgentemente que la definición de la vida y del pensamiento sea desembarazada de premisas arbitrarias relativas a la naturaleza concreta de los procesos físicos que constituyen la base; que esta definición sea puramente funcional. Una elaboración de nociones tan generales sobre la vida y el pensamiento es tarea del futuro, pero las grandes líneas de estas definiciones futuras aparecen ya bastante claramente (ver por lo que se refiere a la vida el punto 1 de la presente sección, y en cuanto al pensamiento, el punto 10, más adelante).

9. Desde un punto de vista filosófico más amplio, se trata de una descripción objetiva precisa de las condiciones existentes en un medio material que se desarrolla siguiendo leyes determinadas de relación de causas y efectos, sin objetivo alguno trazado desde el exterior a este desarrollo, en el que aparecen sistemas materiales de los que resulta imposible comprender el funcionamiento y el desarrollo sin recurrir a un orden completamente diferente, sin la concepción de una *adecuación* interna a un

objetivo propio de estos sistemas. En sus grandes líneas, la solución a este problema está dado por el materialismo dialéctico. Pero los clásicos del materialismo dialéctico no se atuvieron, como era natural hasta una época reciente, en el conjunto de fenómenos que había que explicar, más que al mundo de los seres vivos terrestres —ligados por la unidad de su origen—, a la vida psíquica de los animales superiores, al pensamiento del hombre. Ahora ya es el momento en que es necesario representarse concretamente las vías de la aparición de sistemas materiales que posean una adecuación interna a un objetivo, en toda su generalidad, sin olvidar las posibilidades que no han sido aún observadas directamente.

10. Los mecanismos especiales de *conservación y tratamiento* de la información se elaboran desde las primeras etapas del desarrollo de la vida. Al comienzo, el perfeccionamiento de estos mecanismos se realiza por la vía de la "búsqueda ciega". Tal es aún el mecanismo de elaboración de los reflejos condicionados más simples. Pero en un estadio relativamente poco avanzado de la evolución orgánica, es adquirida una cierta autonomía por los mecanismos que aseguran un reflejo correcto de la organización del mundo exterior, independientemente del hecho de que este reflejo sea necesario o no en todos sus detalles, desde el momento dado, para la elaboración del comportamiento. Más tarde aparecen los mecanismos de la modelización *interna* del posible curso de los fenómenos en el mundo exterior y de las posibles consecuencias de tal o cual conducta. Estos mecanismos permiten efectuar la síntesis de conjuntos de actos de comportamiento complejos y adecuados a su fin sin pasar por pruebas repetidas. Las concepciones ingenuas según las cuales un gato, ante un salto difícil de realizar, "re-

flexiona" sobre la técnica de su ejecución, traducen correctamente la originalidad de esta actividad de síntesis del cerebro de los animales superiores. De ahí al verdadero pensamiento del hombre, no hay mucho. Una descripción concreta detallada de lo que entendemos por la palabra "pensamiento" en términos aplicables a un sistema arbitrario a propósito del cual se plantea la famosa cuestión de saber si él "piensa" o no, se ha hecho ya de una necesidad apremiante.

11. Al desarrollar con perseverancia el punto de vista funcional que considera la vida y el pensamiento como *modos de organización* de un sistema material, llegamos naturalmente a conclusiones que pueden producir cierta confusión. El hecho es que la modelización del modo de organización de un sistema material no puede consistir en nada más que en la creación, a partir de otros elementos materiales, de un nuevo sistema que posea en sus rasgos esenciales la misma organización que el sistema representado. Por ello *un modelo suficientemente completo de ser vivo debe en justicia ser llamado un ser vivo, y un modelo de ser pensante, un ser pensante.*

En las secciones II y III se desarrollan con más detalles algunas aserciones de los últimos puntos de la sección I.

— II —

1. Todo el mundo sabe el interés que suscitan las cuestiones siguientes:

— ¿Pueden las máquinas reproducir otras máquinas semejantes a ellas, y puede haber en el proceso de tal autorreproducción una evolución progresiva, que llegue a la creación de

máquinas mucho más perfeccionadas que las máquinas iniciales?
— ¿Pueden las máquinas sentir emociones?
— ¿Pueden las máquinas querer una cosa y fijarse ellas mismas tareas nuevas que sus constructores no habían previsto para esas máquinas?

A veces se intenta justificar una respuesta negativa a tales preguntas con la ayuda de:

a) una definición restrictiva de la noción de "máquina";

b) una interpretación idealista de la noción de "pensamiento" con la que se demuestra fácilmente la incapacidad para el pensamiento no solamente de las máquinas, sino incluso del hombre.

2. Existe una forma más tradicional y más simple de esta cuestión: ¿es posible crear seres vivientes artificiales aptos para multiplicarse, sufrir una evolución progresiva, dotados en sus formas superiores de emociones, de voluntad y de pensamiento hasta comprender las variedades más sutiles de éste?

3. Una definición exacta de todas las nociones que figuran en nuestras formulaciones no es absolutamente trivial. Sin embargo, en el nivel de rigor de las ciencias de la naturaleza, esta definición es posible. La negación de esta posibilidad conduce inevitablemente al solipsismo.

4. La creación de seres vivos altamente organizados sobrepasa las posibilidades de la técnica actual. Si se superan las dificultades técnicas, la cuestión de la oportunidad práctica de la realización de un programa de trabajos adecuados será, por lo menos, discutible.

5. De todos modos, importa comprender con cla-

ridad que en el cuadro de una concepción materialista del mundo no existe ningún argumento de principio sustancial contra una respuesta afirmativa a nuestro problema. Esta respuesta afirmativa es la forma moderada de las tesis relativas al origen natural de la vida y a la naturaleza material de la conciencia.

6. Es indudable que el tratamiento de la información y los procesos de control en los organismos vivos se construyen sobre un entrelazamiento muy complejo:

a) mecanismos discretos (cifrados) y mecanismos continuos;

b) principios de acción deterministas y principios probabilistas.

7. No obstante, los mecanismos discretos están determinados en los procesos de tratamiento de la información y de control en los organismos vivos. No existen argumentos sustanciales en favor de una limitación de principio de las posibildades de los mecanismos discretos en relación con los mecanismos continuos.

8. La posibilidad de principio de seres vivos plenamente válidos construidos con mecanismos discretos (cifrados) de tratamiento de la información y control no contradice los principios de la dialéctica materialista. Si se puede encontrar la opinión opuesta en los especialistas de la filosofía de las matemáticas, es únicamente porque éstos están habituados a no ver la dialéctica más que allá donde aparece el infinito. Para el análisis de los fenómenos de la vida, lo que importa no es la dialéctica del infinito, sino la dialéctica de lo grande (la combinación puramente aritmética de un gran número

de elementos crea a la vez el continuo y las cualidades nuevas).

— III —

1. A pesar de lo que acaba de ser dicho, hay también un lado sano en la extendida opinión que se opone a las exageradas pretensiones de la cibernética. Las obras de síntesis y los trabajos particulares cibernéticos adolecen con frecuencia de defectos reales:

a) un punto de vista simplista de los mecanismos de tratamiento de la información y de control en los organismos vivos, particularmente en el campo de la actividad nerviosa superior del hombre;

b) el poco caso que se hace de la experiencia acumulada en el estudio de estos mecanismos antes de la constitución de la cibernética como ciencia particular.

2. Si el primero de estos defectos "se corrige sobre la marcha" (la falta de fundamento de los puntos de vista simplistas aparece en el curso del trabajo), el segundo defecto debe ser combatido sistemáticamente, particularmente en el cuadro de la planificación de la formación de los jóvenes especialistas.

3. En el campo de la actividad nerviosa superior del hombre, la cibernética no se ha manifestado dominadora más que:

a) del mecanismo de los reflejos condicionados bajo su forma más simple (ver los trabajos sobre la "teoría matemática del aprendizaje");

b) del mecanismo del pensamiento lógico formal.

Pero los reflejos condicionados existen en todos los vertebrados, y el pensamiento lógico no ha aparecido sino en el último estadio de la evolución del

hombre. Todos los tipos de actividad sintética de la conciencia humana anteriores al pensamiento lógico formal, y que desbordan el marco de los reflejos condicionados más simples, están aún por describir en el lenguaje de la cibernética.

4. El aparato del pensamiento formal no ocupa el lugar central en la conciencia evolucionada del hombre moderno. Es más bien una especie de "calculadora auxiliar" puesta en marcha según las necesidades. Como, por otra parte, los habituales esquemas de la teoría de los reflejos condicionados ofrecen muy poco para la comprensión de los escalones superiores de la vida emocional del hombre, o, digamos, de la intuición creadora del sabio, es necesario reconocer que el análisis cibernético de la conciencia humana evolucionada en su interacción con la esfera subconsciente no ha comenzado todavía.

5. La mayor parte de los ejemplos citados en los trabajos de cibernética relativos a la modelización en máquinas de los procesos de la creación artística sorprenden por su carácter primitivo (compilación de melodías a partir de cuatro o cinco notas tomadas de varias docenas de melodías conocidas, introducidas en la máquina, etc.). En la literatura no cibernética, el análisis formal de la creación artística ha alcanzado desde hace mucho tiempo un nivel elevado. La aportación a estas investigaciones de las ideas de la teoría de la información y de la cibernética puede ser muy aprovechable. Pero un progreso efectivo en esta dirección exige una elevación sustancial del nivel del interés proporcionado a las humanidades y de los conocimientos en este campo entre los especialistas de la cibernética. Esta elevación es indispensable de una forma general, si se plantea seriamente como objetivo comprender a partir de las posiciones de la ciber-

nética la complejidad real de la vida física del hombre.

6. El estudio objetivo, en términos de cibernética, de algunas de las formas más sutiles de la actividad creadora del hombre, puede adquirir un gran impulso práctico en un próximo futuro. Veamos un ejemplo particularmente próximo para los matemáticos. Todos sabemos que el lápiz y el papel son indispensables para el matemático en el curso de su trabajo de investigación creadora. En lugar de fórmulas desarrolladas íntegramente, a veces aparecen en sus papeles esquemas hipotéticos con lugares en blanco; algunas líneas y puntos representan figuras en un espacio de gran número o un número infinito de dimensiones; algunas veces, ciertos signos sirven para designar la marcha de la discusión de variantes agrupadas siguiendo principios que se reorganizan en el curso de la misma discusión, etc. Es completamente posible que máquinas dotadas de una instalación adecuada de introducción y de salida de datos puedan ser útiles en este estadio del trabajo científico. Naturalmente, la elaboración de los métodos adecuados para el uso de tales máquinas supone el estudio objetivo previo del proceso de las investigaciones creadoras de los sabios.

7. Algunas otras direcciones del estudio objetivo del mecanismo de la actividad creadora del hombre pueden también quedar sin aplicación en un futuro próximo (en todo caso, mis propios intentos para introducir las ideas de la cibernética en la teoría de la poesía no tienen como objetivo ayudar a los poetas a hacer versos). Sin embargo, un estudio serio de la actividad nerviosa superior del hombre en toda su plenitud me aparece como un eslabón indispensable en la afirmación del humanismo ma-

terialista. El desarrollo de la ciencia ha conducido muchas veces a la destrucción de ilusiones habituales en el hombre, comenzando por la fe reconfortante en la inmortalidad personal. En el estadio del semiconocimiento y de la semicomprensión, estas conclusiones destructoras de la ciencia llegan a ser argumentos contra la ciencia misma, en favor del irracionalismo y del idealismo. La teoría del origen de las especies de Darwin y el estudio objetivo de la actividad nerviosa superior de Pavlov han sido muchas veces presentados como humillantes para las más altas aspiraciones del hombre en su creación de ideales morales y estéticos. De forma análoga, en nuestra época, el miedo de que el hombre no aparezca mejor en nada que los autómatas "privados de alma" resulta un argumento psicológico favorable al vitalismo y al irracionalismo. (El "argumento del avestruz", en la terminología de Turing.)

Por el contrario, la comprensión completa del mecanismo de la actividad nerviosa superior del hombre debe, de ello estoy convencido, destruir la fuente misma del miedo y reemplazarla por la admiración ante los resultados de la dialéctica de lo grande, ya citada. (Un poeta puede colocar en un "mensaje" de 400 caracteres de imprenta —mensaje de naturaleza puramente "cifrada" con una información del orden de 10^3 *bits*, es decir, cuantitativamente mínima desde el punto de vista de la técnica moderna— todo un mundo de sentimientos que se considera con razón "no formalizable" en conceptos, y crear con medios tan modestos un "canal de enlace" para una comunicación emocional directa con sus contemporáneos y las generaciones futuras, en donde se descubre, rompiendo los límites del espacio y del tiempo, su individualidad única. Haré observar que la idea de la "unicidad" no es contraria a la aritmética. El número de los poemas rusos posibles con 400 letras es del orden de 10^{100}.)

— IV —

1. El autor ha estudiado en colaboración con I. Ofman la teoría de los autómatas discretos constituidos con un gran número de elementos simples (el número de los estados posibles de un elemento y el número de elementos de los que depende directamente la modificación del estado de un elemento dado están limitados a números muy pequeños: 2, 3). Los autómatas de este tipo, de un número constante de elementos y de estructura constante de las relaciones entre los elementos, pueden efectuar en ellos la modelización de otros autómatas de la misma naturaleza en los que los sistemas se construyen ellos mismos; es decir, formaciones análogas capaces de modificar su estructura y de asociar nuevos elementos. Hemos estudiado el problema de la existencia de autómatas universales de estructura constante en el marco de los cuales es posible modelizar la evolución de todo sistema que se construya a sí mismo por tanto tiempo como el número de elementos que lo constituyen no sea superior a un número dado.

2. Las máquinas de calcular universales de los tipos conocidos en nuestra época dan en principio esta posibilidad, si el número de los elementos de su memoria es del orden de $cn \lg n$. Sin embargo, de una manera general, la modelización se realiza en estas máquinas con una disminución del ritmo de trabajo de alrededor de $n \lg n$ veces. I. Ofman y el autor han descubierto que máquinas de calcular de acción paralela, que evitan este retraso, son posibles en principio. Hay razones para pensar que la actividad subconsciente del hombre en cuanto a la creación de imágenes (por ejemplo, en la creación artística y científica) es semejante al trabajo de una máquina de calcular de acción paralela.

3. Parece probable que la modelización del trabajo del cerebro humano directamente ligado al desarrollo de la cultura humana, comprendidas todas las partes constituyentes de este trabajo, desde los hábitos de trabajo elemental hasta la creación artística y científica, exige el manejo de cantidades relativamente modestas de información, no del orden de 10^{10} a 10^{15} *bits*, como se supone a veces al basarse en una evaluación de la complejidad de la organización del cerebro, sino del orden de 10^{7} a 10^{9} *bits*. Si esto es cierto, la principal dificultad reside no en la fabricación de un número suficiente de células capaces de contener toda la información necesaria, sino en la originalidad del programa que debe poner en acción el modelo automático.

4. Sobre este último punto, lo que sugiere la teoría de los autómatas es bastante poco estimulante. Es notoriamente posible plantear a un autómata discretos problemas cuya formulación es muy simple, pero cuyo programa de solución en un plazo prácticamente aceptable es evidentemente muy complejo. En tales casos, el programa complejo que resuelve rápidamente el problema puede ser obtenido con la ayuda de un cálculo automático para cuya organización basta con introducir en un autómata suficientemente potente un programa muy simple. Pero este cálculo será muy largo si se efectúa por medio del "método de pasar en revista". (Se puede decir, en broma, que es posible que un autómata capaz de escribir versos como los de los grandes poetas, no pueda ser construido sino construyendo el modelo de todo el desarrollo cultural de la sociedad y en la que los poetas se desarrollan efectivamente.)

5. Los ejemplos citados en el anterior punto, cuya existencia está matemáticamente probada, son ar-

tificiales. Pero es muy probable que ésta sea la naturaleza de ciertos algoritmos elaborados en el curso de la evolución orgánica o del desarrollo de la cultura humana y que participan esencialmente en la actividad de los organismos vivos o en el desarrollo cultural de la sociedad humana.

Klaus Fuchs

LA FISICA MODERNA Y LA FILOSOFIA MARXISTA-LENINISTA

En esta época de revolución técnica se hace absolutamente necesario actualizar las cuestiones filosóficas, cosa que explican las tres razones que voy a indicar:

Primera.—Si queremos estar en condiciones de adoptar un criterio respecto a los caminos que sigue la física, y muy especialmente el relacionado con la investigación, de la que esperamos el descubrimiento de nuevas leyes de la naturaleza, es importante que tengamos conocimiento de algunas de las cuestiones fundamentales de las que depende el conjunto de la física moderna. Como sobre este punto no reina el acuerdo entre físicos y filósofos materialistas, me parece preciso buscar las razones que lo motivan e intentar encontrar un terreno de entendimiento.

Algunos físicos —no muy numerosos por cierto— sostienen la tesis que, para mí, equivale a regresar a las concepciones de la materia y a la imagen del mundo que fueron propias del materialismo mecanicista. Los problemas suscitados por la teoría de los cuanta fueron objeto, por una parte, de una interpretación positivista; en contra de este criterio y en defensa de las concepciones materialistas, se levantaron físicos renombrados. Pero al hacerlo intentaban rechazar la teoría de los cuanta y volver al materialismo mecanicista. Entre estos físicos se encuentran sabios tan notables como Planck y Einstein, cuando ellos mismos contribuyeron grande-

mente al desarrollo de la teoría de los cuanta. Todavía hoy existen en el campo marxista un pequeño número de sabios que continúan defendiendo ese punto de vista.

Pero es la concepción de la materia del materialismo dialéctico, y no la del mecanicista, la que permitirá resolver los problemas pendientes.

Segunda.—A medida que se realiza la revolución técnica, el lapso que separa a un descubrimiento de su aplicación a la producción se reduce cada vez más. De esto se desprende que los sabios y los técnicos que trabajan en la producción deben estar suficientemente familiarizados con los principios fundamentales de la ciencia de la naturaleza para poder elaborar y utilizar las nuevas ideas. En Rossendorf* nos vemos muy a menudo obligados a tomar conciencia de esta necesidad. Por ejemplo, recibimos muchas comunicaciones procedentes de gente no especialista de todas las capas de la población relativas a la estructura del átomo o a cuestiones similares. Esos intentos tienen todos un rasgo común: también regresan al materialismo mecanicista, que les permite darse una idea clara de la materia y sacar toda clase de conclusiones.

La concepción dialéctica de la materia se sitúa en el lado opuesto: para ella la materia es de naturaleza contradictoria, y esto hace que la imagen que pueda obtenerse de la materia no sea tan inmediatamente clara. Como la concepción mecanicista está ampliamente difundida no sólo entre los sabios, sino también entre aquellos que quizás llevarán sobre sí la responsabilidad de introducir las nuevas ideas de las ciencias de la naturaleza en la producción, pienso que para la realización de la revolución técnica es importante hacer claridad en el

* Klaus Fuchs es profesor en el Instituto Central de Investigaciones Nucleares de Rossendorf, República Democrática Alemana.

problema de la materia.

Tercera.—En las ciencias de la naturaleza también el investigador se esfuerza —partiendo en su trabajo cotidiano de la imagen que se ha hecho de la materia en su forma de movimiento sobre la que trabaja— por definir el lugar donde situar su propio dominio de las investigaciones en el cuadro general de las ciencias de la naturaleza y de las ciencias humanas; de comprender, por tanto, el papel que le incumbe en la economía general de la vida humana y deducir el sentido que haya de dar a su acción. Desde el punto de vista filosófico, tal cuestión es muy importante y lo seguirá siendo en el porvenir.

Situados en el ángulo materialista, veo surgir tres posibilidades.

Primera posibilidad: el sabio se representa el mundo de acuerdo con la concepción pesimista de la física clásica. Entonces el mundo es una máquina que marcha en perfecto orden y que, puesto que obedece a la lógica de sus leyes naturales, sigue, imperturbablemente, un curso predeterminado, tanto y tan bien como lo piensa y desea el sabio: sus ideas, alegrías, sufrimientos no son sino música de fondo sin ninguna influencia en el curso de los acontecimientos.

Segunda posibilidad: el sabio ve entre las diferentes formas de movimiento de la materia un foso infranqueable que separa particularmente la materia muerta de la materia viva y del mundo del espíritu; según él, el paso a formas superiores de movimiento escapa al entendimiento humano, no se puede producir espontáneamente sin ninguna razón o aun por defecto de la intervención divina. Aquí también, a mi parecer, encontramos un punto de vista pesimista del mundo, porque ¿cómo podrá el hombre llegar a ser libre, a tomar sobre sí su destino y decidir de por sí su desarrollo si es

imposible impulsar el progreso hacia un nuevo nivel de desarrollo, y si todo lo nuevo que se lleva a efecto descansa en la espontaneidad insondable?

Las dos primeras posibilidades son, evidentemente, irreconciliables. Forman la base de las consideraciones filosóficas y de las filosofías que, frente a la nueva técnica, llegan o bien a convertirse en presa del pesimismo, o bien a difundir un optimismo desprovisto de todo fundamento.

Según el materialismo dialéctico, el sabio debe ver la unidad material del mundo a través de la multiplicidad de fenómenos. Es preciso que comprenda que la materia posee infinitas posibilidades de desarrollo en las diversas formas de su movimento. Todas las formas de movimiento —físico, químico, biológico e incluso social— han conocido diversos estadios de desarrollo. Igualmente, cada forma limitada le movimiento posee ilimitadas posibilidades. Porque sobre la base del carácter contradictorio de la materia cabe el desarrollo en lo interior de estas posibilidades ilimitadas, oposiciones que conducen a su propio movimiento, al nacimiento de algo nuevo que hace romper los lazos de la forma original del movimiento, a alcanzar, también, nuevo nivel de desarrollo de la materia con leyes nuevas y posibilidades de desarrollo básicamente nuevas.

Estimo que únicamente partiendo de esta concepción de la materia puede el sabio darse una idea exacta del papel que debe jugar en ese desarrollo. Entonces comprenderá que él mismo es parte de la materia viva y pensante, que es un hombre en el seno de la sociedad humana, que sus aspiraciones y deseos, todavía irrealizados, sus ideales, son parte de las contradicciones existentes, y que su propio pensamiento, sus ideas y acción deben tener como resultado la solución de esas contradicciones a fin de llegar a una forma más elevada de la sociedad humana.

Tan pronto se fija esa tarea y aparecen los filósofos, es preciso esforzarse por partir de las bases concretas de su especialidad y sacar de ellas conclusiones dotadas de valor filosófico general. Para llegar ahí cabe partir, bien de las condiciones sociales y las formas de organización en las que vive el sabio, con las contradicciones inherentes, bien —y esto será el propósito de mi exposición— del trabajo concreto del sabio, de las ideas concretas que nacen de ese trabajo.

Esto es lo que desearía intentar demostrar hoy y hacerlo en mi esfera de conocimiento, en la de la física cuántica.

Quisiera presentar el problema de fondo de modo un poco simplificado con ayuda de un ejemplo experimental: si un neutrón choca con un núcleo de boro y lo penetra, éste se desintegra. Entonces surgen dos posibilidades: expulsión de un protón (y queda un núcleo de berilio) o expulsión de una partícula alfa (y queda un núcleo de litio). De la desintegración se registran, pues, dos resultados: un protón y un núcleo de berilio, o una partícula alfa y un núcleo de litio. Las dos posibilidades se excluyen, entran en contradicción. Si uno de los productos de la desintegración es un protón, el otro no puede ser litio, sino necesariamente es berilio.

¿Qué explicación teórica puede darse de tal situación? La teoría de los cuanta describe el resultado de ese proceso como la combinación de dos posibilidades que se excluyen. Es imposible que nos representemos el hecho en forma concreta, ya que tomados por separado, en cada caso sólo se realiza una de las posibilidades. Matemáticamente, del modo más simple y sin contravenir la lógica, con ayuda de la combinación lineal de las soluciones, es posible llevar la operación al resultado que corresponda a ambas posibilidades.

La cuestión que ahora se plantea es saber cuál

de las dos posibilidades se realiza en un caso aislado específico. Puesto que, como hemos dicho, se excluyen mutuamente, sólo una puede cumplirse. Hasta ahora la interpretación positivista admitida era la siguiente: ¿Qué hacer para saber cuál de las posibilidades se ha realizado? La teoría no me lo dice. Necesito, pues, percatarme por mí mismo, preciso experimentar. Pero cuando experimento intervengo con medios físicos (rayos luminosos y demás) en un proceso natural. En otras palabras, lo que entonces observo no es cabalmente lo que en realidad existía al final del proceso, sino lo que se produjo como consecuencia de mi intervención, de mi observación. En el marco de la interpretación positivista tiene que quedar sin respuesta la cuestión de saber qué es lo que en realidad se produce, es decir, cuál de las dos posibilidades se manifiesta en verdad, porque el conocimiento encuentra aquí una barrera de principio.

Estimo, sin embargo, que esa interpretación se contradice con la razón y objetivo reales de la investigación científica, porque no nos interesa conocer cómo se desarrolla el proceso en el laboratorio. A lo que apuntamos es a poder utilizar ulteriormente los conocimientos adquiridos en el laboratorio, de modo que el hombre esté en condiciones de dominar las fuerzas de la naturaleza empleándolas para sus propios fines. No nos interesa, por consiguiente, saber lo que ocurre en el laboratorio cuando observamos el proceso, sino ver cómo se desarrolla éste, por ejemplo, en la producción, donde no nos es fácil efectuar las excelentes observaciones de que hacemos uso en física. El éxito de su utilización en la producción —por consiguiente allí donde no observamos el proceso— es la garantía de que poseemos una percepción justa de la realidad.

Según la concepción positivista, la teoría da la imagen del conocimiento que tenemos de los pro-

cesos, y desde el momento en que existe la posible pluralidad de interpretaciones se pone de manifiesto nuestra ignorancia. En especial, Einstein se levantó contra esas conclusiones, pero situándose en un ángulo que, según mi criterio, no es acertado. El estima que ante la presencia de la pluralidad de posibles interpretaciones se demuestra que la teoría todavía está incompleta y que precisa encontrarse otra más acabada que nos indique cuál de esas dos posibilidades se realiza en cualquier caso concreto.

En el transcurso de los años los positivistas revisaron considerablemente sus posiciones. En parte ello es debido a su confrontación con las concepciones de Einstein y también a la influencia de algunos críticos marxistas, en particular del sabio soviético Fok. En su crítica, Fok se afirma en la importancia de reconocer el carácter objetivo de esas diversas posibilidades, y creo que este aserto corresponde perfectamente al concepto materialista de la materia, de acuerdo con el cual la materia posee numerosas posibilidades de desarrollo hacia estadios siempre más elevados. Me parece que aquí vemos precisarse la noción de determinismo tal y como aparece en el materialismo dialéctico.

Necesitamos definirla frente al indeterminismo, que niega la necesidad. Y también necesitamos definirla en relación al determinismo absoluto que niega el carácter objetivo del azar. La concepción dialéctica de la materia descansa en la unión dialéctica de las dos categorías —azar y necesidad— en una sola: la de la posibilidad. Para la concepción indeterminista, los procesos naturales no obedecen a ninguna ley objetiva; las leyes que conocemos son producto de la "economía del pensamiento" y de otros principios subjetivistas. Por el contrario, el determinismo absoluto declara que las leyes objetivas determinan tanto los aspectos inesenciales

como los esenciales del proceso. El determinismo dialéctico se distingue de ambas concepciones al considerar que las leyes objetivas determinan los rasgos esenciales del proceso, pero no determinan, necesariamente, todos sus aspectos, de modo que es factible la presencia por igual de diversas posibilidades.

Creo que esta concepción está perfectamente de acuerdo con la teoría del reflejo. La investigación científica no consiste en investigar procesos para a continuación describirlos; en otras palabras, no se contenta con relatar lo que se produce. Más bien consiste en intentar penetrar en la esencia del proceso, y cuanto mayor sea nuestra penetración más penetraremos en la esencia de la materia, más conoceremos su carácter contradictorio. Si se considera el reflejo como simple descripción de fenómenos que tuvieron lugar en el pasado —y evidentemente el pasado no es susceptible de una sola y única interpretación— no hay sino una posibilidad definida que pueda realizarse. Pero si consideramos el reflejo como conocimiento de la esencia de la materia, la teoría debe contener las diversas posibilidades objetivas. Sólo entonces nos servirá la teoría de arma para utilizar todas las posibilidades existentes en el interior de los procesos naturales y para orientar los mismos de acuerdo con nuestros deseos.

La conclusión que quisiera sacar de esto es, en consecuencia, totalmente opuesta a la de Einstein, que todavía adoptan hoy numerosos marxistas: la de que mientras la teoría de que dispongamos no pueda enunciar sino afirmaciones "'unilaterales" sobre los procesos naturales, nuestros conocimientos de los fenómenos serán superficiales, la teoría, necesariamente, continuará siendo incompleta. Sólo el reconocimiento del carácter contradictorio de la materia permite llegar a poder decir: "sí, ahora hemos

agarrado, por lo menos, parte del verdadero carácter de la materia", al tener en cuenta las diversas posibilidades resultantes de su carácter contradictorio.

Quisiera, ahora, tratar otro problema surgido de la teoría de los cuanta: el dualismo onda-corpúsculo. El asunto es el siguiente: la teoría de los cuanta nos permite concebir una partícula —electrón, neutrón o protón— ora como corpúsculo, ora como onda, y ahí se encuentran dos conceptos que se oponen radicalmente. Si en la onda se encuentran cresta y vacío, cabe que se anulen, lo que no puede ocurrir en dos partículas que se encuentren. También se da aquí la interpretación positivista que de nuevo trae esa contradicción a la relación entre los fenómenos atómicos y los instrumentos de observación no-atómicos, macroscópicos. Pero estimo que también en esto se pone el acento demasiado exclusivamente sobre la observación. Como dijimos anteriormente, el interés no está en saber cómo se comporta la cosa cuando la observamos, sino cómo se comporta cuando no lo hacemos. No obstante, esa explicación positivista encierra un punto de verdad. La relación entre las partículas atómicas y el instrumento de observación no es sino el caso particular del problema más general: la conexión de unos fenómenos con otros. Estimo que el problema dualista corpúsculo-onda no es factible comprenderlo más que con ayuda de la categoría de la relación universal de los fenómenos. Para conseguirlo será preciso, en primer lugar, comprender cómo se llegó a la noción corpúsculo. Esta es resultado de la abstracción efectuada como consecuencia de numerosos experimentos: se coloca en un campo de fuerza el cuerpo determinado y se calcula la aceleración que sufre; se le expone a fuerza dos veces más grande y se comprueba que también la aceleración se duplica, etc. De donde se desprende la idea de que

los cuerpos poseen cierta inercia y que cuanto mayor sea la aceleración que queremos imprimirle más grande debe ser la fuerza utilizada, cosa que nos lleva a la noción "masa" de la partícula. Hemos, pues, procedido por abstracción como resultado de pluralidad de observaciones, abstrayéndonos en cada caso de la situación concreta en que se encuentra la partícula. Lo que significa que hacemos abstracción de la conexión general de los fenómenos. No hay alternativa. Porque la aproximación científica a una situación compleja necesita el previo análisis que, de por sí, no puede hacerse —¿no es su propia esencia?— sin descomponer el fenómeno complejo en elementos simples: entonces hacemos abstracción de la interacción que se ejerce entre las diferentes partes. Este proceso nos lleva a la concepción del corpúsculo atómico, reflejo de un objeto físico que posee en lo esencial la masa concentrada en un punto. Si queremos hacer marcha atrás y pasar del corpúsculo abstracto a la situación concreta (es decir, remplazar el corpúsculo abstracto en una situación concreta), necesitaremos esperar a ver reaparecer, bajo una u otra forma, aquello de que prescindimos en nuestras observaciones.

Si, desde el punto de vista de la física, planteamos al especialista en ciencias de la naturaleza en qué condiciones concretas podemos emplear la noción abstracta, clásica de "corpúsculos", responderá inmediatamente: Supongamos el tamaño definido, conocido por la longitud de onda de Broglie; si es bastante pequeño, más que las restantes longitudes que aparecen en el proceso, podré hacer uso de la noción abstracta de corpúsculo.

Esa misma pregunta cabe contestarla, desde posiciones filosóficas, como sigue: la longitud de que en este caso se sirve el físico nos proporciona justamente la idea de la magnitud del campo en el que ocupa un lugar dentro de la conexión general de los

fenómenos. Pero la teoría de los cuanta va más lejos. Nos indica no sólo en qué condiciones podemos emplear la noción abstracta, sino incluso lo que se precisa hacer cuando la abstracción no resulta válida. Entonces entran en juego las propiedades ondulatorias de las partículas de la mecánica cuántica y es importante tener en cuenta las propiedades de los cuanta. Las propiedades ondulatorias informan, así, de aquello que hemos olvidado en nuestras abstracciones, la conexión universal de los fenómenos.

Si deseamos extraer de los principios de la mecánica cuántica todas las consecuencias lógicas que implican, concluiríamos que para resolver un problema con cabal exactitud se precisaría partir de la ecuación que da la función de onda común a todas las partículas del universo. Sin embargo, la teoría nos permite señalar en qué condiciones podemos separar una parte, digamos átomo o molécula, de su contexto para examinarla aisladamente. Podemos, por consiguiente, considerar la mecánica cuántica como la posibilidad —válida para la forma atómica del movimiento— de precisar matemáticamente la relación universal de los fenómenos.

No es por azar que sea la función de onda la que juega aquí el papel. Porque la función de onda es también la manifestación de las distintas posibilidades cuya existencia indican las leyes de la mecánica cuántica, y esas mismas diversas posibilidades se hallan en estrecha dependencia con la conexión universal de los fenómenos.

Cuando, partiendo de la noción abstracta de corpúsculo, se regresa a la situación concreta de que procede, se ven aparecer, como dejamos indicado, nuevas propiedades. Imaginemos que éstas estén de acuerdo con la misma noción de "corpúsculo"; entonces será posible abstraer esas propiedades y añadirlas a la noción corpúsculo para obtener una

noción más general. Sólo llegados al final de la abstracción o, dicho de otro modo, cuando se topa con la naturaleza contradictoria de la materia, la operación se hace imposible. Este es el motivo por el cual las propiedades que atestiguan la conexión general de los fenómenos están en contradicción con las cualidades obtenidas al proceder a la abstracción del corpúsculo.

Partiendo de esto quisiera ahora esforzarme en demostrar cómo la imagen de la materia que nos llega de la física tiene su lugar en las demás ciencias. Ante todo se trata de ver el modo en que las formas superiores de movimiento se desarrollan sobre la base de la contradicción que hemos descubierto en la forma atómica del movimiento. Es claro que la categoría de la relación universal de los fenómenos está llamada a jugar aquí un papel esencial. En lo que respecta a la forma biológica del movimiento, sólo con ayuda de esta categoría puede resolverse el problema de la relación dialéctica del todo con sus partes, problema de primera importancia para la determinación del concepto individuo vivo. Ahora que gracias a la mecánica cuántica se ha logrado encontrar la formulación matemática del concepto de conexión universal de los fenómenos (el hecho de que no sea válida más que para la forma atómica del movimiento no resta nada de su exactitud en este mismo campo), habría que buscar precisarla para la forma más alta del movimiento, la forma biológica; precisarla de modo que la cuestión de las relaciones entre el todo y sus partes encuentre solución.

Al considerar la forma biológica del movimiento, es notable comprobar que si ciertos grupos de átomos complejos, como los genes, están en condiciones de jugar un papel determinante en el desarrollo del todo, el conjunto es capaz de jugarlo también en el referente a las partes. Recordaré simple-

mente los bien conocidos experimentos de Driesch que le indujeron a error situándole en concepciones vitalistas. Evidentemente tenemos aquí una forma cualitativamente nueva de la conexión general de los fenómenos. Corresponde ello, naturalmente, a los biólogos, y yo no puedo decir gran cosa al respecto. Admito, pues, que la categoría de la conexión general de los fenómenos será obligada en biología, y partiendo de ello quisiera intentar aclarar el problema del paso de una forma inferior de movimiento de la materia a otra forma superior, haciendo uso de la noción de determinismo y de la categoría de la posibilidad. Con esta última categoría, la contradicción objetivamente presente en la materia hace su aparición en la física, aunque en forma todavía más primitiva: pueden darse ahí dos posibilidades, o más, incluso infinidad de posibilidades que se contradigan. ¿Cómo resuelve la física esa contradicción? En el marco de la forma física del movimiento, la contradicción queda resuelta por el hecho de que las posibilidades se realizan una tras otra. Basta, pues, repetir con la suficiente frecuencia el mismo proceso para que todas las posibilidades se realicen. Pero no está ahí la auténtica solución a la contradicción. Casi me atrevería a decir que en ese terreno se encuentra la física prácticamente detenida, en el estadio del materialismo mecanicista. Todavía la forma física del movimiento no ha descubierto a la dialéctica, y resuelve la contradicción de modo mecánico, por simple repetición.

Admitamos de momento que la contradicción se resuelve a nivel superior; esto, en la forma biológica del movimiento, significa que la infinita pluralidad de posibilidades cuya existencia cabe en la forma físico-química del movimiento se halla limitada por la forma biológica de la conexión general de los fenómenos, lo que confirma que la forma biológica del movimiento se caracteriza por una de-

terminación más fuerte, surgida de las relaciones dialécticas del todo con sus partes.

Demos una imagen concreta de ello: tomo un huevo de gallina y apoyándome en la teoría de los cuanta intento discurrir sobre el problema de su desarrollo desde el ángulo físico-químico. Evidentemente que esto no es prácticamente posible. Pero me será suficiente imaginarme que lo que no es hoy posible lo será mañana, para quedar convencido que del huevo podrá salir una infinidad de diferentes posibilidades, y que entre esta infinidad de posibles realizaciones no serán muchas la que presenten apariencia de polluelos. Más bien, la mayoría se asemejará a huevos podridos. Al decir esto no estoy muy equivocado. Cuando muere el ser vivo, cuando deja de existir la forma biológica del movimiento, interviene el proceso de descomposición. Lo cual significa que las determinaciones que obran desde el exterior sobre el individuo biológico (las que llevan al proceso de descomposición) no son las mismas que las que conducen a su desarrollo: por el contrario, son el regreso a la forma químico-biológica del movimiento. Lo que lleva al desarrollo del individuo tiene que ser algo procedente de la contradicción interna del proceso biológico; por consiguiente, algo caracterizado por la esencia profunda del proceso. Así pues, lo que determina como tal la forma biológica del movimiento es lo que procedente de la contradicción interna de la materia obra en ella con determinación superior a la exterior; esta contradicción conduce al movimiento autónomo y, por medio de él, al desarrollo hacia una forma superior del movimiento.

Al formular una hipótesis hay que esforzarse por sacar conclusiones. Por ejemplo, podemos preguntarnos si las leyes físico-químicas son válidas también para la forma biológica del movimiento. Sobre la base de nuestra hipótesis responderemos que lo

que es posible biológicamente lo es también de acuerdo a las leyes físico-químicas. Pero lo inverso no sería cierto, porque lo que es posible en la esfera físico-química —pensemos en el huevo podrido— no lo es, siempre, en la forma biológica del movimiento, porque ahí se añade una determinación suplementaria, nacida de las leyes de la biología.

Se pueden sacar otras conclusiones. Sería, digamos, muy interesante saber si la ley de la entropía queda o no respetada. Para la forma física del movimiento la contradicción queda resuelta en el conjunto estadístico, pero ése no es el caso de la forma biológica. Es decir, que las leyes del conjunto estadístico no se aplican obligadamente a la forma biológica del movimiento, y esto significa que cuando se trata de la misma forma biológica del movimiento la ley de la entropía no conserva forzosamente su valor. Y esto es un hecho capital para la concepción materialista dialéctica del desarrollo, porque afirma que éste se produce desde estadios inferiores a superiores, de la forma simple del movimiento a la forma compleja, del desorden al orden. Pero la ley de la entropía afirma lo contrario: que en la forma físico-química del movimiento, la evolución se hace desde el orden hacia el desorden.

En el mismo contexto se plantea la cuestión de la información. No intento entrar aquí en detalles, pero quisiera decir que si ya en la forma biológica del movimiento puede producirse el aumento de la información, seguramente se realiza en el proceso del pensamiento, y no me atrevería a decir que ésa es la característica del paso al pensamiento creador. Es algo que la calculadora electrónica es incapaz de hacer, pues obedece a leyes físico-químicas. En ella la elaboración y destrucción de la información sólo puede realizarse sobre la base del *aumento del ruido*. El paso del pensamiento hu-

mano se distingue de los procesos que se desarrollan en la calculadora y en la automatización, por su facultad de aumentar su información. Por esta razón, jamás la máquina podrá desplazar a los hombres.

Para concluir, todavía quisiera tratar del concepto de libertad en el materialismo dialéctico, problema que se halla en estrecha relación con lo referente a la determinación.

En la forma biológica del movimiento tenemos ya la evolución que va del desorden al orden, orden que no está determinado por influencias exteriores —las que, en efecto, conducirían al desorden—, sino por la naturaleza íntima del individuo, por las leyes específicas biológicas.

Me parece que vale la pena llevar más lejos esta idea empleándola para formas de movimiento de la materia inmediatamente superiores: la forma social y la intelectual. El paso a una forma superior de movimiento habrá de estar ligado a una determinación más fuerte, resultante de las leyes específicas de la forma. Ahora bien, esta determinación se opera progresivamente, cosa que podemos comprobar con facilidad al estudiar la evolución de la sociedad humana. Esta, en su estadio primitivo se hallaba todavía profundamente sometida a las fuerzas de la naturaleza. La sociedad de clases se desarrolla en seguida sobre la base del impulso de las fuerzas productivas. Luego la oposición entre las clases, consecuencia de las relaciones de producción, determina su ulterior desarrollo. Sólo en la sociedad comunista la evolución social está determinada por lo que hay de humano en el hombre. Tal es el salto de la humanidad desde el reino de la necesidad al reino de la libertad.

En consecuencia, la noción de libertad no debe asimilarse a la de indeterminismo. Más bien es la expresión de una determinación más fuerte, de

la autodeterminación del hombre surgida de lo hondo de su naturaleza. La noción de libertad tampoco se reduce a la de "conocimiento de la necesidad" si entendemos por "necesidad" las circunstancias exteriores que el hombre debe comprender para transformarlas según sus deseos. Ese conocimiento le puede suministrar los medios de realizar sus aspiraciones, pero no el objetivo de las mismas. Sólo el conocimiento de una necesidad interna, la de ser hombre, le indicará el fin a alcanzar: combatir para instaurar una sociedad donde el hombre encuentre, por fin, su dignidad de hombre.

Quisiera, por consiguiente, formular como sigue el concepto de libertad aplicado a la persona humana: el hombre que se deja llevar por las circunstancias exteriores o por deseos que testimonian su naturaleza animal, en lugar de por su naturaleza de hombre, es esclavo; también es esclavo quien se deja desposeer por las circunstancias exteriores su honda naturaleza, la de ser hombre entre los hombres. El hombre verdaderamente libre es aquel cuya vida está determinada por la necesidad interna de su naturaleza; el que en cualquier circunstancia conserva su humanidad, como lo hacían nuestros camaradas en las inhumanas condiciones de los campos de concentración fascistas; el que desarrolla plenamente las facultades de que está dotado utilizándolas para resolver las contradicciones que se dan en él y en la sociedad, contradicciones derivadas de la herencia transmitida por una sociedad destructora del individuo y la que comporta la existencia plena y digna del hombre. En fin, es libre el hombre que participa en la transformación de la sociedad y lucha por alcanzar una forma más alta, más bella y más rica de la existencia humana.

Dan Muir

MARXISMO Y CIENCIA

Un examen del contenido de la revista *Marxism Today* en los últimos años demuestra que el marxismo ha entrado en una fase de vigoroso desarrollo en numerosas disciplinas; un espíritu de confianza y un deseo de oponer la dialéctica marxista a las mejores teorías burguesas aparecen claramente expuestos en muchos campos. ¿Pero dónde están las científicas? Es difícil al no especialista sospechar que las teorías físicas y biológicas atraviesan un período de desarrollo de una increíble rapidez; este período se sentiría feliz de tener un guía filosófico para el pensamiento y la acción.

El progreso de la ciencia desde que Lenin escribió *Materialismo y empiriocriticismo* es enorme. Campos nuevos e innumerables de la experiencia humana se han abierto: la relatividad, la teoría de los cuantas, la cibernética, la lógica matemática, la microbiología, la radio-astronomía, campos que eran difícilmente concebibles a comienzos de siglo y que todos ellos aportan la materia prima a la filosofía marxista para avanzar y desarrollarse. Pero ¿ha progresado el marxismo a la misma velocidad que la ciencia; es suficientemente actual para servir de guía a través de la inmensa complejidad de las teorías científicas modernas?

Problemas de definiciones

Parecería sensato comenzar un artículo de la na-

turaleza de éste con claras definiciones de los términos del título: "marxismo" y "ciencia". Inmediatamente surgen dificultades. La vasta extensión del saber implicada en cada uno de estos términos nos presenta la necesidad de una conjugada aproximación hacia una definición fecunda y hacia una justa recapitulación de sus relaciones mutuas. Además, la continua expansión del saber y de los métodos de adquisición de los conocimientos; por consiguiente, la tendencia al envejecimiento de tales definiciones, hace aparecer, más bien, al marxismo y a la ciencia como campos que evolucionan rápidamente y que todo intento de caracterización llevaría a imponer límites inaceptables.

Pero si esto parece que esquiva la cuestión, en toda discusión es evidente la utilización de definiciones claras y sin ambigüedad. Nos enfrentamos, pues, a un problema que parece que dificulta todo intento de tomar en consideración los aspectos filosóficos del marxismo: el de establecer un justo equilibrio entre la necesidad de las definiciones y la insistencia del marxismo mismo —por su contenido dialéctico— sobre el hecho de que la adecuación de los conceptos utilizados sólo es parcial.

Esta clase de consideraciones podría llevarnos rápidamente a un punto que los matemáticos denominan *rigor mortis*, o encaminar el esfuerzo hacia un tan grande rigor de expresión que entrañe el ahogo. Insistir sobre el desarrollo lógico formal puede tener como punto de partida la falsa idea de que ser un hombre de ciencia consiste en desarrollar ideas en una sucesión de etapas de una limpidez evidente; esta actitud ignora la función de la institución, con frecuencia confusa al comienzo, en el desarrollo de la ciencia. Las ideas vagas confieren, por lo menos, una vaga dirección a la experiencia, y la confirmación práctica afirma la institución hasta el punto en que se iluminan conceptos

y clasificaciones, trayendo consigo nuevas y vagas especulaciones.

La razón de este preámbulo es que, en este artículo, yo considero que la dialéctica, en su relación con las teorías científicas actuales, ha permanecido mucho tiempo sin haber sido desarrollada, hasta el extremo de ir con demasiado retardo para constituir una gran ayuda para los investigadores de las ciencias de la naturaleza. Entonces, ¿por qué preocuparse en proseguir el esfuerzo a fin de persuadirlos e interesarlos? Porque la fuerza de la orientación dialéctica en las ciencias sociales demuestra suficientemente cómo sus conceptos son necesarios para la comprensión de los sistemas organizados altamente complejos, e indica que su misma elaboración, en el contexto y en el lenguaje de los sistemas físicos, sería el alimento filosófico más adecuado para la comprensión de la diversidad de las teorías científicas modernas. Esto se evidencia por la forma elocuente con que las teorías de los sistemas naturales complejos (inteligencia artificial, sistemas de control adaptativos, estabilidad estructural de los sistemas dinámicos) parecen llegar de forma natural a conceptos extrañamente semejantes a los del materialismo dialéctico.

La mayor parte de las filosofías de las ciencias son mecanicistas en cuanto consideran como jerárquicas las relaciones entre las ciencias. Esto conduce à intentar desarrollar la filosofía de las ciencias por la búsqueda de conceptos en lo que parecen ser las ciencias fundamentales. Por oposición, si consideramos la situación de manera más dialéctica, es posible esperar un cambio de doble sentido entre los conceptos que resulte más fructuoso. El materialismo dialéctico es una filosofía que se desarrolló inicialmente para considerar las ideas de las ciencias

sociales, y cuya necesidad no se hacía sentir todavía en el mundo de las ciencias de la naturaleza. Si, como parece, el aspecto más significativo de las situaciones sociales es su elaboración a partir de componentes altamente organizados cuya interacción es tan fuerte que no tienen sentido individualmente, esto equivale apenas a que comenzamos a encontrar tales situaciones en las ciencias.

En el caso en que se pensara que mi insistencia acerca de la vaguedad de la dialéctica no es más que el reflejo de mi propia comprensión, sería bueno leer el artículo titulado "Algunas cuestiones sobre las leyes de la dialéctica", de M. Cornforth, y la discusión consecutiva, para darse cuenta del desacuerdo y la confusión que reinan a este respecto.

Entonces, más que comenzar por las definiciones, intentemos abrir un debate del que podría surgir la claridad.

Principales interacciones entre el marxismo y la ciencia

En general, por lo menos se admite que existen (o deberían existir) interacciones entre el marxismo y la ciencia. La vía por la que el marxismo se interesa por la ciencia se divide en tres ramales:

1. La base filosófica del marxismo, el materialismo dialéctico, afirma contener una teoría del conocimiento que, siendo materialista, reconoce e intenta explicar el método científico como el paso adecuado hacia el conocimiento del mundo y, con ello, controlarlo.
2. Habiendo dado una descripción y una explicación del método científico, el marxismo se proclama después científico en sus tesis sobre los fenómenos sociales.
3. Las teorías sociales estiman como parámetro

fundamental el nivel tecnológico y, de hecho, en particular en la discusión dinámica contemporánea en que la tecnología es caracterizada de forma más válida como ciencia de las técnicas, el especialista marxista de las ciencias sociales no puede ignorar el estado de la ciencia en toda sociedad objeto de discusión.

Así pues, interacciones tienen lugar en todos los niveles del esquema marxista: base filosófica, modelos sociales y aplicaciones concretas. El presente artículo está mal titulado, pues no trata más que la primera parte con algún detalle. La muy amplia extensión del tema completo ha sido ya subrayado, pero nunca se insistirá suficientemente en la imposibilidad de abordar de forma conveniente cada una de las partes de la teoría sin un trabajo colectivo organizado.

El materialismo dialéctico y el método científico.

Existe una contradicción entre la unicidad de todo acontecimiento u objeto y nuestra aptitud para clasificarlos y darles su nombre. El materialismo reconoce que en la infinita diversidad del mundo, todos los fenómenos pertencen a categorías generales de comportamiento: todas las experiencias, observaciones o hechos y los datos no tienen sentido por ellos mismos, pero son "tomados en cuenta" porque son considerados como típicos de un tipo común. Incluso la experiencia individual aislada es típica en la medida en que existen palabras para describirla. Por el contrario, la oscuridad de los escritos místicos procede de que intentan describir una experiencia altamente personal e imposible de reproducir, para la que ningún vocabulario está socialmente desarrollado,

A pesar de que una clasificación de la experiencia sea imposible, la unicidad de todo objeto o proceso real engendra la variabilidad de fenómenos en el interior de una misma clase, y esta clasificación expresa una tendencia estadística. En consecuencia, la posibilidad de reproducir la experiencia le asegura un carácter social y permite una clasificación al establecer las medias de las fluctuaciones.

Pero proceder a tal clasificación es una congelación conceptual de los fenómenos en definiciones estadísticas, a las cuales no se les puede aplicar las leyes generales de la lógica formal y de las matemáticas. Las obras consagradas a la filosofía marxista reservan, en general, algunas páginas a la discusión de las distinciones entre la lógica dialéctica y la lógica formal, pero mientras la lógica formal es para la ciencia un útil de trabajo probado que se desarrolla sin cesar, la lógica dialéctica parece no ser más que un vago llamado a que la lógica formal, aplicada como lo es a conceptos extraídos del mundo, no concede ninguna atención al conjunto del contexto de la experiencia a partir de la cual se extraen las abstracciones.

Como el conocimiento científico se desarrolla a partir de lo conocido, la dirección de su progreso depende de cuestiones incorporadas y estudiadas, y las mismas cuestiones interesantes dependen de lo que ya es corrientemente conocido. Esta progresión titubeante y regular no es, sin embargo, suficiente; violentas convulsiones se producen en las teorías científicas en las que el avance progresivo ha permitido el descubrimiento de vastos y nuevos campos de la experiencia experimental que no encajan en las teorías establecidas. Poco importa el amplio abanico de condiciones en las que fueron estudiadas las propiedades de los objetos o los procesos; jamás podemos tener la certeza de que es válido extrapolar por deducción lógica las propie-

dades a un nuevo conjunto de condiciones. No podemos afirmar que los cambios continuos en las variables características de un sistema produzcan un cambio continuo correspondiente en el comportamiento del mismo. Nos es necesario, más bien, admitir la posibilidad de que aparezcan súbitamente propiedades del sistema cuantitativamente nuevas.

En un período semejante a éste, en el curso de lo que se denomina "la revolución física" a comienzos del siglo, cuando los nuevos conceptos de la teoría de los cuanta eran sorprendentes y misteriosos, los inclinados al misticismo (científicos entre ellos) tuvieron un vasto campo de maniobras para redescubrir a Dios y al alma humana, llenando el vacío dejado por el principio de incertidumbre. En tales circunstancias, el materialismo de la ciencia se manifiesta en la espera permanente de que la comprensión de los fenómenos se producirá gracias a su integración en un esquema global de comportamiento.

El estado actual de la física de las partículas elementales es otro problema de estudio. Los diversos modelos matemáticos propuestos y estudiados constituyen el intento de elaboración de un lenguaje y también de un sistema de clasificación que permita comprender la acumulación de datos que no están parcialmente organizados. Los parámetros de todo modelo futuro adecuado (que, pensamos, será descubierto algún día) recibirán nombres y asumirán el estatuto de entidades físicas fundamentales, por alejados que estén de la institución. A medida que sean descubiertas sus propiedades, se convertirán en una parte de la institución normalmente aceptable de los futuros físicos e ingenieros, que los utilizarán entonces tan libre y creativamente como para hablar de efectos-túneles, de ondas-partículas, etc. que tantos dolores de cabeza provocaron a la generación precedente.

La diferencia fundamental

Yo creo que esta visión de la ciencia es poco más o menos la de la mayor parte de los científicos que reflexionan en las implicaciones filosóficas de su trabajo. ¿Qué puede, entonces, agregar el materialismo dialéctico? Reducido a lo más esencial, simplemente esto: advertirnos no solamente de que una ley científica *puede* derrumbarse si se va demasiado lejos en la extrapolación (esto lo sabe todo científico), sino también que es preciso *esperar* a ver lo que así ocurre.

Esta diferencia puede parecer bien insignificante a primera vista; sin embargo, sus implicaciones son enormes. Ninguna ley es absoluta, cualquiera que sea el conjunto de las condiciones concebibles que englobe. Por ello las leyes de la naturaleza no son solamente consideradas como límites de lo que es posible, sino también como enunciados de una verdad que sólo es condicional y que puede ser invertida si se va más allá de su campo de aplicación. Reemplazar la pregunta: "¿Puede propagarse la información más rápidamente que la luz?" por ésta: "¿En qué condiciones puede propagarse la información más rápidamente que la luz?", y veréis que ésta última será rechazada por muchos científicos. Pero yo sostengo que si el materialismo dialéctico no agrega esto a la actitud científica, no agrega nada. Todo hombre de ciencia que mantenga que ciertas leyes de la naturaleza no pueden ponerse en tela de juicio se acerca a la idea de una verdad absoluta, esencia del materialismo mecanicista. Las leyes de las matemáticas y de la lógica son leyes de la naturaleza con el mismo título que las de la conservación de la energía. No constituye una solución referirse a ellas como a "reglas de discusión y de cálculo" (M. Cornforth, "Some Questions about the Laws of Dialectics", en *Marxism Today*, noviembre

de 1965), puesto que discusión y cálculo son modos del movimiento de los objetos materiales, ya sean cerebros, u ordenadores.

Que quede bien claro que este poner "en tela de juicio" a todas las leyes no conduce a reducirlas a la nada por una negación formal, sino, más bien, que la ley se enriquece al ser integrada a una proposición más vasta que contiene también una descripción de los casos en que la ley original es válida. Lo importante, respecto a la ley de la relatividad, por ejemplo, no es que anule a la mecánica newtoniana, sino que mediante la ley de la relatividad sabemos mejor cuándo la mecánica newtoniana es aplicable.

Elaboración posterior

Según el materialismo dialéctico, el cambio cualitativo y la aparición de un nuevo comportamiento son universales. Si es así, el problema que se plantea llanamente es saber si la gran diversidad de los cambios cualitativos es susceptible de una generalización posterior. ¿Puede decirse algo que sea válido para una categoría de fenómenos que va desde las transformaciones en la física de las partículas elementales a las revoluciones sociales? Efectivamente, pensamos que no se puede decir mucho a este respecto, pero a menos de que existan rasgos comunes en todos estos campos, resultaría un descarrío reunirlos bajo la misma etiqueta descriptiva. Incluso si se afirma que se pueden encontrar rasgos comunes, el simple reconocimiento de su similitud no sería suficiente. ¿Cuál es la causa de tales cambios cualitativos? ¿Es posible dar una respuesta global? Si no es posible, ¿basta con aceptar aquellos cambios como constantes del estado de las cosas, no aceptando ninguna explicación? Si, por otra

parte, pueden ser explicados, ¿no son ilusorios, no son una simple expresión de nuestra ignorancia de la realidad continua en los hechos?

A todas estas cuestiones hay que responder, y responder con cuidado y en detalle, antes de poder afirmar que comprendemos lo que es el cambio cualitativo. Desgraciadamente, las respuestas tienen tendencia a parecerse más a sugestiones y a analogías. Es posible que una elaboración filosófica de la noción de "estabilidad estructural" sea el acercamiento conveniente hacia una explicación de la noción de cambio cualitativo, pero parece que aún estamos lejos de poder aplicar tal concepto en todos los casos de manera rigurosa.

Sin embargo, vale la pena repetir, bajo una forma abreviada, un modelo del mundo que parece rebasar buen número de características del materialismo dialéctico. Esta descripción está basada en gran parte en las aportaciones de Lévy y Bohm, y estos autores deberían ser consultados para una descripción más completa basada en argumentos más elaborados.

En nuestra percepción inmediata del mundo, vemos que la materia está en perpetuo cambio. Nada es estático. Crecimiento, caducidad, fusión, dispersión, transformación; sin embargo, en todo este fermento de actividad aparecen conjuntos estables de fenómenos que en tanto participan en el movimiento general poseen una identidad temporal que les permite ser estudiados como objetos discretos. El materialismo dialéctico no reconoce ni al objeto ni al proceso como primarios, sino su concordancia en un mismo estatuto fundamental: no tiene sentido referirse a procesos que no hacen intervenir a objetos; recíprocamente, la descripción de todo objeto debe ser hecha en términos de propiedades que le pertenecen. Estas no son solamente atributos del objeto mismo, sino que rinden cuentas igualmen-

te de la forma en que el objeto se comportará en circunstancias dadas; con otras palabras, en qué procesos participa el objeto.

Sin embargo, la descripción de las propiedades de un objeto no es más que la mitad del problema. Después de la descripción viene la necesidad de la explicación, y, como hemos visto, no se pueden describir las propiedades de un sistema en toda una serie de condiciones con un simple conjunto de leyes. Cambios cualitativos pueden intervenir que exigen que el mismo sistema tenga una gran diversidad de comportamientos para conjuntos diversos de condiciones. No solamente buscamos la explicación de un simple conjunto de leyes, sino que estamos también llevados a explicar, de alguna forma, la naturaleza de tránsitos entre campos cuyo comportamiento difiere cualitativamente.

Nos representamos el mundo como compuesto de una serie de niveles, cada uno con sus leyes propias de movimiento y, para cada nivel, una validez relativamente autónoma. Es posible, pues, estudiar el nivel atómico, el comportamiento microscópico de los sistemas físicos, las leyes biológicas, las leyes sociales, etc. Hay interacción entre los diferentes niveles y es legítimo buscar la aplicación de hechos científicos que se refieren a otros niveles, tal vez a una subestructura del sistema dado. Precisamente en los estadios críticos de una transformación cualitativa es donde se hace evidente tal explicación y, una vez producida, el tránsito, en apariencia discontinuo, puede ser considerado como continuo a otro nivel.

El materialismo mecanicista y su incapacidad de comprender el cambio cualitativo está indisolublemente ligado a la creencia en una base fundamental para todos los fenómenos, un nivel más profundo sin subestructuar, en función de la cual se podrían explicar sus leyes. Para el materialismo mecani-

cista el mundo aparece como un gran rompecabezas, y el trabajo de la ciencia consiste en poner en su lugar a las partes en el todo (¿el universo de las teorías cosmológicas?), manteniéndose todas las partes en el conjunto mediante interacciones perfectamente establecidas.

La alternativa dialéctica es clara: simplemente no admitir que ningún nivel sea el último o acabado con el pretexto de que no se puede analizar más adelante. En otros términos: el mundo es infinito en su variedad cualitativa.

Para resumir: el mundo es infinito en su contenido, pero estructurado en niveles definidos. Los objetos de la experiencia en cada nivel son estables en ciertas series de condiciones, y en cada una de estas series obedecen continuamente a leyes aplicables y objetivas; pueden producirse tránsitos bruscos entre estas series, provocando así, ya una conversión de los objetos en alguna cosa completamente diferente, ya un cambio aparentemente discontinuo en el comportamiento de los objetos. La explicación de las transformaciones se puede buscar en algún otro nivel, pero aunque podamos descubrir una descripción continua, nos encontramos frente a nuevos cambios cualitativos en el comportamiento a este otro nivel. Este proceso es inagotable.

El observador material

Una clase de objetos particularmente interesante es la que componemos nosotros, los observadores. Una característica bien conocida de los sistemas biológicos es su sorprendente estabilidad, si se tiene en cuenta su abertura como sistema termodinámico y la complejidad de sus interacciones con el resto del mundo. Una parte de nuestra misma defi-

nición está tan estrechamente ligada a nuestra aptitud para la interacción y la reflexión (en el sentido del materialismo dialéctico) que se hace necesario un gran cuidado para tratar al individuo y sus experiencias como categoría científica.

Más arriba, la descripción del modelo del mundo comenzó por la percepción, y esto es una aproximación muy extendida en muchas descripciones del materialismo dialéctico. Cierto que todo aporte de la filosofía continuará explicando que los datos de los sentidos son respuestas a hechos que discurren en un mundo exterior. Sin embargo, una vez que una concepción filosófica de la naturaleza objetiva del mundo es elaborada, la dicotomía engañosa entre lo objetivo y lo subjetivo deberá ser abandonada, y el observador, considerado lógicamente como una parte material del mundo cuyas sensaciones y pensamientos pueden ser examinados como interacciones específicas y modos de movimiento.

Esto es análogo a la función de la medida en la ciencia. El proceso científico comienza con las observaciones y las medidas realizadas por los instrumentos, pero el objeto del trabajo tiene que llegar por el sistema estudiado a leyes del movimiento que puedan describir su comportamiento en ausencia de todo instrumento. Cuando tal descripción es efectuada, entonces es posible considerar los instrumentos como parte del dispositivo físico y comprender por qué respondieron como lo que eran en el momento de las medidas.

El observador debería ser tratado de la misma manera en lo que concierne a los datos de los sentidos. Sólo de esta forma pueden ser esclarecidas algunas confusiones existentes sobre las diferencias aparentes entre las leyes de la naturaleza, de una parte, y las leyes de la lógica y de las matemáticas, de otra. Una vez que el cerebro es considerado como la base material del pensamiento, las leyes del

pensamiento y de la lógica son igualmente consideradas como leyes del movimiento posible de esta base material.

Cierto que detallar la forma en que discurren los procesos exigiría un modelo razonable del comportamiento del cerebro, y la hipótesis de que tal modelo es posible nos lleva a la eterna controversia sobre la inteligencia artificial. Esto está ligado a la posibilidad o no de construir un modelo del comportamiento de la inteligencia (¡sea lo que fuere la inteligencia!); me parece evidente que proclamar la imposibilidad de tal modelo equivale a negar la posibilidad de comprender determinados aspectos del comportamiento del cerebro, pues toda noción sensata de lo que constituye un modelo debería ser extremadamente amplia. Consideramos, por ejemplo, que un modelo es una especie de mapa del sistema estudiado, realizado en otro sistema que se comprende mejor, siendo la cartografía un sistema que encierra algunas relaciones estructurales que existen entre los objetos en el sistema dado. En consecuencia, un modelo puede ser una realización concretizada por una pieza de un mecanismo, una construcción matemática en un conjunto de símbolos o una analogía conceptual.

La esencia de un modelo caracterizado de esta manera no es el material en que está construido, sino el hecho de que nos permite llegar a la comprensión de un sistema que no nos es familiar mediante un sistema que conocemos mejor. Con mucha frecuencia, los adversarios de la concepción según la cual se pueden construir modelos de aspectos de la inteligencia concentran sus ataques sobre el estado actual y las debilidades evidentes de las calculadoras. Pudiera ocurrir que los componentes electrónicos que utilizamos ahora tengan límites fundamentales que los hacen impropios para este trabajo; puede ser que necesitemos conocer un número

mayor de cosas sobre la biofísica antes de que los materiales adecuados sean descubiertos, pero, como hemos indicado, el mecanismo y los mecanismos del modelo no constituyen la solución.

Desarrollo de la dialéctica

Es evidente que la mayor parte de las ideas expuestas más arriba son analogías sugestivas más que conceptos claramente definidos que toman cuerpo en las disciplinas científicas específicas. Es natural preguntarse, suponiendo que estas ideas sean razonables y que valga la pena desarrollarlas en detalle, si se puede formularlas de forma más rigurosa.

En general, parece que no se aprecia del todo la fuerza y la diversidad de los útiles que los matemáticos modernos aportan para la construcción de modelos, tanto en el plano cualitato como en el cuantitato. La explosiva intervención de las matemáticas en las teorías sociales ha sido seguida de idénticas inundaciones en la sociología. Entre paréntesis, es lamentable que muchos entre los investigadores marxistas de las ciencias sociales ignoren estos trabajos o los rechacen como una nueva máscara de las teorías burguesas. Más bien que atacar la construcción matemática de un modelo, los investigadores de las ciencias sociales y naturales podrían colaborar con grandes resultados en la construcción de tales modelos en lo que respecta a las teorías sociales marxistas.

Dando un paso más, incluso los vastos principios filosóficos del materialismo dialéctico podrían ser formalizados hasta que puedan ser establecidos sin ambigüedad y sus consecuencias lógicamente sacadas. A esto ha sido implícitamente contestado con una objeción habitual a tal proposición, a saber:

que la formalización, siendo de carácter mecanicista, destruye el aspecto esencial de la dialéctica; sin embargo, esta objeción es tan importante que merece más amplia discusión.

Entre los más poderosos métodos analíticos, muchos entran en contradicción con la dialéctica por el hecho de su naturaleza estática: denominación y clasificación, utilización de la lógica formal y de la lógica matemática, construcción de modelos. Así, vale la pena preservar las teorías científicas que obtienen éxito cuando esto es posible; si bien nosotros rechazamos la idea de una verdad absoluta, nos repugna rehusar una teoría que triunfa, y cuanto más vasto es su campo de aplicación, más grande es nuestra repugnancia. La inercia de las tesis científicas que se deduce y el carácter catastrófico de su derrumbamiento, cuando esto se produce, reflejan los cambios cualitativos del mundo material descrito precedentemente.

Hemos mencionado que la dialéctica podía entrar en contradicción con el método científico. La universalidad de la dialéctica significa que la dialéctica misma debe ser considerada de forma dialéctica, y no podemos evitar el problema de su desarrollo, de su caducidad y de su reemplazo por una filosofía más válida. Hace ciento cincuenta años, el materialismo dialéctico no existía, ahora existe. ¿Negaremos que sus principios, ahora descubiertos, no serán ellos mismos sometidos con el tiempo a una completa reformulación? El universo es vasto, y el tiempo, pasado y futuro, es largo. Sería de una increíble estrechez de pensamiento considerar que el progreso realizado en el curso de los últimos siglos hacia una idea más clara del funcionamiento de nuestro pequeño fragmento de universo nos lleva incluso muy cerca de la formulación última de un principio filosófico, cualquiera que éste sea.

Probablemente carece de interés preguntarse la

forma en que el materialismo dialéctico se desarrollará, antes de que la práctica nos presente la necesidad de una revisión; lo mejor que podemos hacer es intentar establecer los principios de la dialéctica de una forma clara. La dialéctica parece utilizada con frecuencia como una simple escalera de socorro, como algo a lo que hay que agarrarse, farfullando confusas palabras sobre la infinitud de la vida, y esto cada vez que nuestras predicciones políticas se revelan falsas. Tenemos necesidad de una buena formulación de la relación entre la dialéctica y la lógica. La lógica formal es seguramente un medio de probar a la dialéctica, pues solamente gracias a las predicciones sin ambigüedad de la lógica se puede percibir que las cosas marchan mal cuando una teoría se aplica en los límites de su validez.

Filosofía y científicos

La filosofía impacienta a muchos científicos porque parece que no sea apta para aportar lo que es esencial para el progreso científico. Los científicos marxistas en particular, que porque se declaran marxistas asumen un punto de vista filosófico, son probablemente culpables de una especie de doble pensamiento: pedirles que justifiquen su adhesión al marxismo y, particularmente al materialismo dialéctico; os darán, con toda seguridad, razones fundadas en la economía, en la política, en la historia, pero probablemente no fundadas en la física, las matemáticas, la química o cualquiera otra especialidad. El materialismo dialéctico no es, por el momento, un "guía para la acción" en sus disciplinas.

¿Podemos verdaderamente presentar al materialismo dialéctico como un rival serio para las diversas corrientes filosóficas extendidas en las ciencias?

Seguramente sería un valiente profesor el que utilizara el lenguaje clásico del materialismo dialéctico para exponer su disciplina. Conceptos tales como la "negación de la negación", la "unidad de los contrarios", la "contradicción", el "reflejo" parecen imprecisos y bastante superfluos frente a las ideas precisas y definidas que han tomado formas en la ciencia misma. Esto conduce a numerosos científicos a creer que el materialismo dialéctico no tiene nada que ofrecerles; que la ciencia es ella misma, en un sentido, su propia filosofía, y que su progreso es independiente de la visión universal que propone el marxismo.

Y, sin embargo, la ciencia y la filosofía no son independientes la una de la otra. Como lo permite comprobar una mirada sobre el desarrollo de la física en el curso de nuestro siglo, puede ser que lo que hay de más notable en ella no sean las teorías mismas, sino las nuevas orientaciones de la naturaleza de las medidas, del tiempo y el espacio, de las que los inventores de las teorías tenían necesidad. Además, parece poco probable que los problemas importantes de la ciencia contemporánea, por ejemplo, la unificación de la relatividad general con la física de las partículas elementales, sean resueltos sin que sea adoptada una actitud original hacia la filosofía de las ciencias.

Es cierto que tales cuestiones son puramente académicas para muchos científicos. Una gran parte de la ciencia contemporánea, al tratar como lo hace situaciones en que la mecánica newtoniana se aplica con gran precisión, puede permanecer indiferente, hasta un cierto punto, ante los descubrimientos de la relatividad y la teoría de los cuanta, pero no puede escapar a la necesidad fundamental de la filosofía.

Tal vez pueda afirmarse que los científicos son menos opuestos a la filosofía en general que a un

determinado tipo de filosofía que penetra la ciencia viniendo de fuera y proclamando lo que puede ser o no. Los marxistas en particular tienen amargos recuerdos de la forma en que el materialismo dialéctico puede ser alterado de esta forma. Como siempre, un acercamiento más satisfactorio de las relaciones entre la ciencia y su filosofía concibe el cambio de las ideas como una corriente de doble sentido. Muchos de los viejos problemas filosóficos relativos a la naturaleza de la vida, del tiempo, del pensamiento, etc., o bien reciben respuesta de parte de una teoría científica particular, o bien, por lo menos, no pueden ser discutidos de una manera sensata sin la ayuda de sólidos conocimientos técnicos sobre la forma en que los conceptos aparecen en la ciencia. La tarea esencial de la filosofía de las ciencias es reflexionar y discutir en los campos de la intelección sobre las fronteras de la ciencia; esta tarea triunfará en la medida en que sus conceptos puedan tomar cuerpo en una rigurosa teoría científica.

Desde hace mucho tiempo, el materialismo dialéctico ha sido aceptado como parte integrante de la ciencia.

A Griese y H. Horz

FILOSOFIA MARXISTA Y CIENCIAS DE LA NATURALEZA, HOY

En las actuales discusiones sobre las relaciones entre la filosofía marxista y las ciencias de la naturaleza contemporáneas, en ningún caso se trata de demostrar la posibilidad de unión de los dos campos, sino de mucho más. La colaboración de los científicos de ambos dominios debe aportar la prueba de que esta colaboración ejerce una influencia positiva sobre el desarrollo de la filosofía y de las ciencias de la naturaleza, y engendra para ambas estímulos de los que tiene necesidad.

Este punto de vista es, por otra parte, de una importancia fundamental para el trabajo de educación de la concepción del mundo, sobre todo en la juventud. Una formación científica debe ayudar a la formación y consolidación de las convicciones. Recíprocamente, la formación de la concepción del mundo tiene también por objeto provocar una posición definida frente a las ciencias de la naturaleza y de la técnica. En la controversia con la ideología burguesa, es necesario tomar también en consideración esta unidad de la formación científico-técnica e ideológica; por ejemplo, en la lucha contra la teoría de la convergencia, según la cual la revolución científica y técnica conduce a un acercamiento progresivo entre el sistema capitalista y el sistema socialista y suprime, de este modo, las oposiciones políticas e ideológicas. La base de esta variante de la lucha ideológica contra el socialismo está constituida por la negación del descubrimien-

to fundamental de Marx, según el cual las relaciones de producción determinan el carácter de una formación social y suministran las condiciones del desarrollo de la ciencia y de las técnicas. La ciencia y las técnicas son expulsadas de sus conexiones sociales, así como se absolutiza su importancia para la sociedad. Por otra parte, existe una opinión no menos extendida entre los científicos, según la cual la ciencia se ha apartado del hombre y se ha creado una oposición entre la ciencia y el humanismo. Esta concepción toma en cuenta en cierta medida las evoluciones negativas que se manifiestan en el capitalismo; es el reflejo ideológico del antagonismo entre el hombre y la naturaleza, pero no concibe este antagonismo en su condicionamiento social y su pasado histórico.

Aunque los dos puntos de vista se excluyen el uno al otro en cierta medida, sus fundamentos teóricos se asemejan: separan la ciencia y la técnica de sus relaciones sociales objetivas. En la polémica contra tales concepciones, las ideas fundamentales del materialismo histórico son siempre actuales.

Lo importante es crear una verdadera unidad entre las ciencias de la naturaleza y la filosofía marxista, tanto en el trabajo de investigación como en el proceso de educación. Durante los últimos años, se han logrado sustanciales éxitos en este campo. Son el resultado de una verdadera colaboración entre científicos, pedagogos y filósofos. Sin embargo, existen todavía tendencias a la simplificación de estas relaciones: una serie de cuestiones se presentan; nuevos problemas se plantean.

Objeto y unidad de la filosofía

Ligado a la discusión acerca del objeto de la filosofía marxista y de sus tareas específicas en el pe-

ríodo de la construcción general del socialismo, el problema de la relación entre las ciencias de la naturaleza y la filosofía ha alcanzado una nueva actualidad durante los últimos años. En una serie de disciplinas (por ejemplo, la química y la biología) existe hoy una discusión sobre su objeto, sus métodos y su lugar en el sistema de las ciencias. De tales discusiones resultan cambios en el carácter de una disciplina, nuevas relaciones con otras ramas, así como mayores exigencias en lo que concierne a su eficacia social; estas discusiones son expresión del progreso alcanzado por el proceso de evolución de las ciencias. No es casual que tales discusiones de fondo jueguen un papel importante justamente en el contexto de la revolución científica y técnica.

La filosofía se encuentra en una situación comparable a la de muchas otras ciencias. Del desarrollo de nuestra sociedad en general, así como de los cambios importantes sobrevenidos en el sistema de las ciencias en particular, se desprenden tareas totalmente nuevas para la filosofía marxista. En los años pasados, su estructura se ha transformado notablemente. Se ha producido un proceso de diferenciación que ha conducido a la formación de una serie de disciplinas filosóficas especializadas (problemas filosóficos de las ciencias de la naturaleza, problemas filosóficos de las ciencias humanas, ética, etc.). Frente a esta diferenciación se nos plantea un problema: ¿en qué consiste la unidad de la filosofía marxista? Este es un aspecto esencial de la discusión actual sobre el objeto de la filosofía: ¿cuál es el objeto único de la filosofía marxista, que se estudia bajo puntos de vista diferentes en sus diversos sectores?

Con frecuencia, la discusión sobre el objeto de la filosofía comienza con la cuestión de saber si la definición de la filosofía como ciencia de las leyes generales de la naturaleza, de la sociedad y del pen-

samiento satisface las exigencias modernas. Se destaca el papel creciente de disciplinas como las matemáticas y la cibernética, que poseen un alto grado de generalidad, y se observa que el criterio de generalidad no es suficiente para definir la relación de la filosofía con las ciencias. La definición de la relación es, sin embargo, esencial para responder a la cuestión del objeto de la filosofía.

¿Engels superado?

Sabemos que Engels definió la dialéctica como la ciencia de las leyes generales del movimiento y del desarrollo de la naturaleza, de la sociedad humana y de pensamiento. Todas las definiciones posteriores del objeto de la filosofía marxista se relacionan con esta formulación. Por ello, la crítica de las definiciones está frecuentemente ligada a la opinión de que el punto de vista de Engels está hoy superado. Al afirmar esto, se olvida en general en qué contexto definió Engels la dialéctica de este modo y cómo comprendía él mismo esta definición.

Para Engels, era una afirmación de la unidad de la naturaleza y de la historia, era el reconocimiento del principio de la unidad material del mundo (en el sentido del reconocimiento de leyes objetivas en todas las condiciones). Como se ha indicado ya, su intención no era desarrollar una teoría filosófica de la naturaleza; lo que quería, esencialmente, era penetrar por medio de la teoría la relación entre el hombre, la naturaleza y las ciencias de la naturaleza. Bajo este aspecto es como Engels analizaba los problemas de las ciencias de la naturaleza. Para él, como para Marx, la relación activa entre el hombre y la naturaleza es la base de las ciencias de la naturaleza. Engels decía: "Las ciencias de la naturaleza, así como la filosofía, han olvidado totalmente

hasta el presente la influencia de la actividad del hombre sobre su pensamiento; sólo conocen la naturaleza por un lado y el pensamiento por otro. Pero es precisamente *la transformación de la naturaleza por el hombre* y no solamente la naturaleza como tal la que representa la base fundamental y más próxima del pensamiento humano, y en la medida en que el hombre aprendió a transformar la naturaleza, su inteligencia fue creciendo".

En los últimos decenios, la definición de la dialéctica por Engels ha sido frecuentemente interpretada de una manera simplificada y unilateral. La idea de la unidad de la naturaleza y de la historia que contiene pasaba al último término; resultaba por completo insuficiente en relación con la concepción materialista de la historia y en particular con las ideas desarrolladas por los clásicos acerca de l relación entre el hombre y la naturaleza. Ligado esto, el carácter de concepción del mundo de la f losofía marxista estaba bien subrayado, pero no encontraba ningún fundamento teórico suficiente en la definición del objeto de la filosofía.

En su folleto de 1958 *La filosofía y las ciencias particulares*, Georg Klaus presenta la relación entre la filosofía y las diferentes ciencias como "un caso especial de la relación entre lo general y lo particular". En el *Diccionario filosófico*, se encuentra la misma concepción: la filosofía "reconoce sin reservas todos los descubrimientos de las ciencias y los utiliza generalizándolos para la construcción de una concepción acabada del mundo" (*Philosophisches Wörterbuch*, "Diccionario Filosófico", Leipzig, 1964, pág. 420). En lo que concierne a la generalización misma, Klaus dice que es un "proceso metódico, destinado a la formación de conceptos, leyes y teorías científicas". Se habla en seguida de un "grado superior de la generalización que existe cuando, a paritr de conceptos, leyes y teorías científicas, se

construyen otras más vastas". Tal definición de la relación entre la filosofía y las diferentes ciencias dejan a toda una serie de preguntas sin respuesta. No existe respuesta satisfactoria a la pregunta sobre el objeto específico de la filosofía, a la del método de conocimiento particular de la filosofía. Esto encuentra su expresión sobre todo en el hecho de que sobre esta base el problema de la relación entre la filosofía y ciencias como las matemáticas o la cibernética no puede ser esclarecido suficientemente. Ciertamente, estos campos no se distinguen de la filosofía por su grado de generalidad; es decir, por el hecho de que, contrariamente a la filosofía, no se refieren sino a sectores parciales de la realidad. En otras palabras, se puede decir que la afirmación según la cual la filosofía es más general que las matemáticas no ha encontrado hasta el presente interpretación provista de sentido. Por ello aparece con toda claridad que el problema de la generalización lleva consigo una serie de cuestiones todavía pendientes. En el *Diccionario filosófico* se encuentra, en efecto, por ejemplo, la afirmación de que la filosofía generaliza los conocimientos científicos, pero no explica de qué forma se debe hacer esta generalización. Falta la mediación entre la afirmación filosófica general y la teoría científica.

Klaus ve una de la mediaciones en la cibernética, que, según él, tiene un valor general mucho mayor que las más generales de las ciencias particulares. Según su criterio, la cibernética provee de premisas a la abstracción filosófica.

De la generalización

Habría que plantear ahora la cuestión de saber si cada reflexión filosófica sobre problemas cien-

tíficos debe pasar necesariamente por intermedio de la generalización cibernética. Hay que responder negativamente a esta cuestión, pues los modos de pensamiento y la conceptualización cibernética penetran las ciencias de la naturaleza en grados muy diversos. Por ejemplo, existen en el centro de la discusión filosófica desde decenas de años sectores de la física teórica en donde hasta el presente la cibernética apenas si ha penetrado. La investigación futura deberá dar informaciones más precisas sobre el verdadero papel de la cibernética en la elaboración filosófica de los conocimientos científicos. Algunas observaciones provisionales al respecto de esta cuestión serán presentadas aquí posteriormente. Ciertamente, no se puede considerar a la cibernética como una especie de filosofía con un menor grado de generalización.

Para dilucidar el problema de la generalización es, ante todo, importante tomar en consideración aspectos ligados al contenido, y no conformarse con preguntar el *grado* de generalización, sino conocer también el punto de aplicación de la generalización o la dirección de la generalización. En relación con esto, se plantea también la cuestión de saber si el término ciencia *particular* tiene siempre un sentido, o si no expresa, tal vez, una concepción de la relación entre la filosofía y las otras ciencias que en las condiciones actuales parece simplificada. Está fuera de toda duda que las matemáticas y la cibernética no son ciencias particulares. La evolución se dirige con toda evidencia en el sentido de una formación de nuevos tipos de ciencias, que no pueden ser caracterizados como ciencias particulares, si se entiende por ello disciplinas que estudian campos relativamente delimitados. Las ciencias de este tipo son frecuentemente designadas bajo los términos de ciencias estructurales. Aparte de esto, se puede preguntar si la física, por ejemplo, es una

ciencia particular, pues, bajo un cierto ángulo, constituye hasta hoy el fundamento de todas las ciencias de la naturaleza y, en este sentido, tiene una significación universal. Así, los métodos físicos de investigación juegan un papel cada día más importante en la biología moderna. Vemos, pues, que al problema de la "generalización" están ligadas importantes cuestiones de teoría de las ciencias.

Conceptos filosóficos, conceptos físicos

En las recientes discusiones se ha subrayado sobre todo el carácter de concepción del mundo de la filosofía marxista, y se ha intentado expresar este carácter a través de la definición de su objeto. Así, diferentes autores hacen notar que es el hombre el que constituye el problema central de la filosofía marxista. En el sentido de la concepción materialista de la historia, se hace necesario comprender esto de la siguiente manera: la filosofía marxista tiene, ante todo, por contenido la concepción materialista de la actividad humana transformadora del mundo. Comprende la historia como un proceso regido por leyes a través del cual el hombre se crea a sí mismo por su propia actividad práctica. La filosofía en tanto que concepción del mundo se ocupa de la relación entre el hombre y la realidad; responde a la cuestión de saber de qué manera el hombre llega al conocimiento y al dominio de la realidad. Se añade a esto la cuestión del origen del mundo y de las fuentes del saber, la de la libertad del hombre, la del sentido de la vida y la de la responsabilidad del individuo respecto a la sociedad.

El hecho de poner el acento, sobre todo, en el carácter de concepción del mundo de la filosofía depende, sin duda, de su función en la construcción global del socialismo, en la lucha con la ideología

imperialista. En nuestro criterio, de tal concepción se desprenden puntos de vista esenciales para la comprensión más profunda de la relación entre la filosofía, las otras ciencias en general y las ciencias de la naturaleza en particular. El carácter de concepción del mundo de la filosofía es un aspecto esencial de la definición de su especificidad. ¿Qué conclusiones se deben sacar de este carácter en lo que concierne a la relación entre la filosofía y las ciencias de la naturaleza?

Un acercamiento filosófico de las teorías científicas no quiere ciertamente decir una presentación de su contenido que renuncia a los términos técnicos y adopta una forma popular; es decir, revestir los datos especializados de un manto filosófico. ¿Qué es lo que nos permite en primer término considerar la reflexión filosófica sobre las ciencias de la naturaleza como una verdadera tarea que no puede ser resuelta en el cuadro de una ciencia de la naturaleza o en el de las matemáticas y de la cibernética?

Para poder responder a esta cuestión es necesario, en primer lugar, delimitar, separar la filosofía y las ciencias de la naturaleza. Este punto de vista ha sido descuidado en muchas discusiones del pasado. Si se observa la relación entre la filosofía marxista y la física, se descubre que las dos disciplinas emplean términos idénticos, por ejemplo: materia, infinito, espacio y tiempo. A comienzos de siglo, muchas confusiones eran el resultado de este hecho, y todavía no han sido totalmente eliminadas. Por el contrario, se han renovado constantemente del lado burgués con objeto de presentar una contradicción entre la filosofía marxista y la física moderna. Es conocido que ya Lenin se trazó justamente la tarea de establecer una distinción entre el concepto filosófico de materia y las formaciones conceptuales físicas en las que se expresa una cierta concepción de la estructura de los objetos físicos.

El concepto físico de materia se emplea en oposición al concepto físico de campo para designar la fuente del campo. A diferencia de la física, se define el concepto filosófico de materia por oposición al concepto de conciencia. Al definir la relación entre materia y conciencia, respondemos a la cuestión fundamental de la filosofía.

¿Cuál es, pues, la relación entre la diferencia de los conceptos en filosofía y en física y el objeto diferente de las dos disciplinas?

Antes de responder a esta cuestión, quisiera citar algunas notas de Heisenberg que muestran la importancia fundamental de la distinción entre los conceptos filosóficos y los físicos. Heisenberg escribe: "Todos los adversarios de la teoría de los cuanta se han puesto de acuerdo en un punto. En su opinión sería deseable volver a la concepción de la realidad de la física clásica o, de forma más general, a la ontología del materialismo, por consiguiente a la concepción de un mundo objetivo y real en que las más pequeñas partes existen objetivamente de la misma forma que las piedras o los árboles, tanto si las observamos como si no". Y continúa: "No se puede esperar razonablemente que los pensadores que hace más de cien años introdujeron el materialismo dialéctico, pudieran prever el desarrollo de la teoría de los cuanta. Es evidente que sus conceptos de materia y de realidad no podían, en absoluto, ser adaptados a los resultados de la técnica experimental de hoy, mucho más fina". Según Heisenberg, el desarrollo de la mecánica cuántica ha llevado, pues, a la refutación del materialismo dialéctico y más concretamente de sus conceptos de materia y realidad; estos conceptos corresponderían a la concepción de la realidad que tenía la física clásica; la nueva concepción de la realidad ligada a la teoría de los cuanta sería incompatible con las ideas desarrolladas por Marx y Engels.

El mérito de Heisenberg en las discusiones sobre la mecánica cuántica consiste, sobre todo, en el hecho de que ha intentado hacer sensible el cambio de los fundamentos conceptuales de la física que entrañaba la nueva teoría. En la lucha contra determinadas tendencias a interpretar la mecánica cuántica de manera clásica, esto adquiría cierta importancia. Naturalmente, también se debe aceptar su observación de que Marx y Engels no podían prever el desarrollo de la teoría de los cuanta. La comparación entre los conceptos filosóficos de materia y de realidad y la concepción de la realidad de la física moderna descansa, sin embargo, en la falsa suposición de que se trata de conceptos del mismo orden. Un momento de la argumentación contra la concepción de Heisenberg según la cual hay una contradicción entre la filosofía marxista y la física de los cuanta es, pues, la distinción entre los conceptos filosófico y físico de la materia.

Un punto de partida esencial para esta distinción se encuentra en la proposición: la filosofía es concepción del mundo, la física es ciencia de la naturaleza. La física estudia procesos de la naturaleza, su finalidad consiste en formular leyes de la naturaleza. Naturalmente, esto no nos dice nada sobre la especificidad de la física en relación con otras ciencias de la naturaleza. Se hace abstracción aquí de las particularidades y se subraya lo que la física tiene de común con las otras ciencias de la naturaleza. Por otra parte, no se toma en consideración que en el interior de la física las leyes de la naturaleza pueden adoptar formas diferentes (leyes, reglas, principios, fórmulas, etc.) y es necesario recorrer un camino complicado hasta el descubrimiento de una ley. A diferencia de la física, la filosofía formula proposiciones sobre la situación del hombre en el mundo; sobre las condiciones, fines y resultados de su actividad práctica.

Dos cuestiones fundamentales ocupan sobre todo a la filosofía en una óptica general de concepción del mundo: el problema fundamental de la filosofía y la cuestión de la relación entre el sujeto y el objeto. Es bien conocido que la cuestión fundamental de la filosofía es la de la relación entre la materia y la conciencia. La respuesta de la filosofía marxista es el primado de la materia. Materia y conciencia son absolutamente distinguidas desde el primer momento (en la medida en que la conciencia es comprendida como reflejo, se reconoce ya que está mediatizada). Si nos preguntamos qué relación existe entre la cuestión fundamental de la filosofía y la problemática del hombre y de la realidad, llegamos a la conclusión que se trata aquí de un problema que por su naturaleza tiene relación con la teoría del conocimiento. Este es, en efecto, la cuestión de la relación entre la fuente y el resultado del conocimiento. La respuesta materialista es equivalente a la proposición: nuestros conocimientos tienen una fuente en la realidad objetiva, una fuente que existe, pues, fuera e independiente de nuestra conciencia.

La cuestión de la relación entre el hombre y la realidad sólo es considerada bajo *un* aspecto en el problema fundamental de la filosofía. Se trata aquí de un grado muy elevado de generalización. Según Lenin, la "materia" y la "conciencia" son las abstracciones más elevadas de la filosofía.

El objeto y el sujeto

La reflexión filosófica no se agota con la respuesta al problema fundamental. Esta deja abiertas cuestiones de una gran importancia. Nada ha sido dicho aún sobre el proceso real del conocimiento, sobre el *proceso* de la actividad práctica del hombre,

sobre el *proceso* de la transformación de la realidad por el hombre. A este respecto, la problemática de las relaciones sujeto-objeto es esencial. Colocamos al hombre en tanto que sujeto frente al mundo que lo rodea (objeto) y nos interrogamos sobre las relaciones entre el sujeto y el objeto. En esta cuestión no se trata de una oposición absoluta, en el sentido de la primacía de uno de los dos aspectos, sino de una verdadera relación dialéctica, en el sentido de una influencia mutua.

Estas dos cuestiones han jugado su papel en las discusiones respecto a la mecánica cuántica. La concepción según la cual el materialismo es objetado por la física moderna está ligada al hecho de que no existía una distinción clara entre las dos cuestiones. La separación fundamental entre el materialismo y el idealismo se relaciona con el problema fundamental de la filosofía. El descubrimiento, nuevo para la física, llevó a la relación entre el sujeto y el objeto en el proceso de conocimiento de la física.

Hasta comienzos de nuestro siglo, los físicos pretendían estudiar los procesos de la naturaleza tal como se desarrollan, independientemente de la influencia humana. La influencia del hombre debía ser eliminada en gran medida mediante el perfeccionamiento de los métodos de investigación y de los aparatos de medida. La física cuántica ha puesto en duda esta pretensión. Las experiencias han mostrado la importancia, en este campo, de interacciones que se podían despreciar en el campo macroscópico. Heisenberg ilustraba el hecho por esta imaginaria experiencia: si se observan electrones en el microscopio, se producirá una interacción con la luz utilizada como medio de observación. Según la clase de luz utilizada, los efectos serán diferentes. Se impone, pues, la consecuencia siguiente: la actividad transformadora del hombre adquiere gran impor-

tancia para el desarrollo de los procesos físicos en la experimentación microfísica. Era la refutación del ideal clásico. Múltiples discusiones se han producido a este respecto. ¿Es que, ante las circunstancias descritas, se puede aún hablar de un proceso objetivo? ¿Existen los objetos de la mecánica cuántica independientemente de la observación? ¿Es refutado el materialismo por la física moderna?

Si se toman en consideración las ideas de los clásicos desarrolladas en el cuadro de la concepción materialista de la historia sobre la relación entre el hombre (la sociedad) y la naturaleza, así como la tesis de Engels sobre el desarrollo de las ciencias de la naturaleza, se comprueba la gran importancia que adquieren para la física, con la mecánica cuántica, relaciones que ya habían sido captadas en el siglo XIX de forma teórica y general por Marx y Engels, y que bajo esta forma pertenecen al fondo teórico de la filosofía marxista. La comprensión de la física moderna supone el concepto marxista de naturaleza. La naturaleza, en tanto que objeto del conocimiento humano, es la naturaleza formada por el hombre. Solamente en casos excepcionales (y la física clásica constituye un caso) la observación científica de la naturaleza puede hacer abstracción de la actividad mediante la cual el hombre transforma las cosas. Esto significa que la condición para el conocimiento de la naturaleza es la actividad práctica transformadora del hombre. La finalidad del conocimiento de la naturaleza consiste en la formulación de leyes objetivas, y el conocimiento de las leyes facilita el dominio de la naturaleza por el hombre.

Hace algunos años, tuvieron lugar discusiones semejantes en la República Democrática Alemana acerca de la objetividad de las leyes económicas del socialismo. Se ponía en duda la objetividad de las leyes partiendo del hecho de que las leyes no pueden convertirse en realidad más que mediante la

acción consciente. Esto estaba ligado a una comprensión simplificada de las leyes. No se prestaba suficiente atención al hecho de que las leyes representan posibilidades, cuya realización depende de ciertas condiciones.

El proceso de investigación, objeto de estudio filosófico

Heisenberg tiene razón cuando ve en la teoría cuántica una refutación de la concepción de la realidad que tenía la física clásica. Esto equivale al reconocimiento de que las concepciones desarrolladas por la física clásica sobre la estructura de los objetos físicos y los conceptos que expresan esta concepción (materia, partículas, etc.) no tienen más que una validez limitada. Las partículas elementales no existen de la misma forma que las piedras y los árboles. Desde el punto de vista de la física, los árboles y las piedras son cuerpos macroscópicos. Lo que se ha dicho más arriba es válido para ellos (se pueden despreciar ciertas interacciones). El paso de la física clásica a la física moderna está ligado a cambios fundamentales en la concepción de la realidad. Estos cambios consisten en desviarse del concepto de sustancia para encaminarse hacia el concepto de interacción. El concepto clásico de cosa pierde su importancia. Conceptos como sistema, elemento, estructura se convierten en esenciales.

Esta inversión conceptual no puede, sin embargo, ser interpretada como una refutación del materialismo más que si se identifica el concepto filosófico y el concepto físico de materia. Desde el punto de vista de lo que se ha dicho hasta el presente, tal identificación es inadmisible, puesto que ambos conceptos son de orden diferente y se remiten a relaciones diferentes.

Llegamos a la conclusión de que la filosofía marxista y la física no son directamente comparables. Se diferencian esencialmente por su objeto y por los conceptos empleados para la comprensión de este objeto. Los conceptos filosóficos y los conceptos físicos son fundamentalmente diferentes, pues las dos ciencias tienen objetos diferentes. Por esta causa no pueden ser puestas directamente en correspondencia. No hay, pues, conexión directa entre la filosofía y las ciencias de la naturaleza. Por ello son eliminados dos modos de estudio filosófico de los problemas científicos: primeramente, limitarse a una simple colección de ejemplos en las tesis filosóficas; en segundo lugar, limitarse a la exposición teórica de las teorías científicas.

En la hipótesis de la distinción indicada entre los conceptos y las proposiciones de la filosofía y la física, ¿cómo se puede destruir una mediación provista de sentido entre la filosofía y la física? ¿Cuál es el objeto de la disciplina especial denominada "problemas filosóficos de las ciencias de la naturaleza"? Las discusiones de que se ha hablado más arriba respecto a la física cuántica dejan percibir en gran medida el lazo entre la filosofía y la física. Las discusiones en torno a la experiencia imaginaria de Heisenberg implicaban ya problemas filosóficos, puesto que se referían ante todo a los presupuestos del proceso del conocimiento físico, a la relación entre el conocimiento físico y la realidad y el campo de validez de los conceptos físicos, cuestiones todas ellas que conciernen a diferentes aspectos de la relación entre el conocimiento físico y la naturaleza. Para la filosofía marxista, la respuesta a estas cuestiones es posible sobre la base de la concepción materialista de la historia. El proceso de investigación en física es una forma específica de la confrontación del hombre con la realidad, un momento del proceso del trabajo, un lado de

la relación histórica concreta del hombre con la naturaleza.

En este sentido, en las discusiones mencionadas, la física deviene el objeto de la reflexión filosófica. La física es comprendida no solamente como un sistema de conocimientos, sino como un proceso de la actividad humana. En el examen filosófico del proceso, se trata de comprenderlo situándolo en el cuadro de sus propias leyes, de su articulación con las otras ciencias, de su determinación social y de sus objetivos sociales. El proceso de investigación física es la unidad de la actividad teórica y práctica; supone un cierto grado de dominio de la naturaleza. Los esfuerzos de los investigadores se orientan en el sentido de una elevación de este grado.

Estas reflexiones constituyen, según nuestro criterio, un punto de vista esencial para comprender las relaciones mutuas entre las ciencias de la naturaleza y la filosofía. La finalidad de la colaboración entre científicos y filósofos reside en la comprensión teórica del proceso de conocimiento y de dominio de la naturaleza.

Filosofía, cibernética, ciencias de la naturaleza

Está fuera de toda duda que la formación de la cibernética constituye un acontecimiento científico de una importancia por completo particular. Aunque la cibernética sea todavía una ciencia joven, ya ha demostrado su importancia para campos como la economía, la biología, la medicina, la psicología y la lingüística. Con su ayuda se introducen cada día más en estas ramas de la ciencia conceptos y métodos matemáticos. Como base teórica de la técnica de la automatización, la cibernética forma parte de las ramas científicas cuya aplicación es decisiva para nuestros progresos en la evolución cien-

tífica y técnica. En su trabajo *Las ciencias de la naturaleza y el progreso técnico,* el profesor Keldych, presidente de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S., menciona cuatro direcciones principales que dan su perfil actual a la evolución general de las ciencias en el siglo XX. Al lado de la física de las partículas elementales, del núcleo y de los sólidos, de la investigación espacial y de la biología moderna, figura la cibernética, que Keldych asocia a la técnica de tratamiento de los datos y a la teoría de los sistemas automáticos de regulación y de mando.

La cibernética se define como ciencia de los sistemas dinámicos que se regulan ellos mismos. (Ver *Wörterbuch der Kybernetic,* "Diccionario de la cibernética", Dietz, Berlín, 1967, págs. 324 y ss. Al lado de esta definición existen otras, puesto que se puede considerar a la cibernética bajo diferentes aspectos: teoría de los sistemas, teoría de la regulación, teoría de la información, teoría de los juegos. Cuando se examinan las relaciones entre la cibernética y la filosofía, se subraya en general el aspecto teórico de los sistemas.) Estos sistemas son, por definición, sistemas cibernéticos. En lo que se refiere a su constitución concreta, pueden ser muy diferentes. Puede tratarse de sistemas biológicos, físicos, económicos u otros. La cibernética examina estos diferentes sistemas bajo el aspecto general de la teoría de los sistemas. Los conceptos característicos de la cibernética a este respecto son: el sistema, el elemento, la estructura, la función, el sistema parcial, el contorno, el comportamiento, la estabilidad, la información, la estrategia, el algoritmo.

La generalidad de la aproximación cibernética es la condición indispensable de su aplicación a una serie de ciencias. El desarrolo de la cibernética expresa la integración de las ciencias. En una serie de disciplinas particulares, la cibernética ayuda a

introducir una nueva forma de pensar y profundiza al mismo tiempo los lazos entre estos campos. En esta función, la cibernética llega a ser un objeto de examen filosófico.

Han habido ya múltiples discusiones sobre la relación entre la cibernética y la filosofía. Entre los filósofos marxistas no existen todavía opiniones unificadas a este respecto. En el *Diccionario de la cibernética* se subraya la gran importancia de esta materia para el materialismo dialéctico e histórico. A este respecto, se observa su importancia en el hecho de que, de una parte, "constituye la afirmación más impresionante de la dialéctica materialista sobre una ciencia particular desde comienzos de este siglo", y, de otra parte, "conduce a una prolongación y a un desarrollo del materialismo dialéctico no menos impresionante" (*Diccionario de la cibernética,* ed. cit., pág. 328).

Nuevos conceptos marxistas

Examinemos esta problemática bajo un aspecto particular: la influencia de la cibernética ¿entraña cambios en la relación entre las ciencias de la naturaleza y la filosofía marxista? ¿Qué papel juega la cibernética en la generalización filosófica de los conocimientos científicos?

En los últimos años, la filosofía marxista ha extendido poderosamente su sistema conceptual y ha precisado, al mismo tiempo, diferentes conceptos. Conceptos como sistema, estructura, función, pertenecen hoy al arsenal conceptual del materialismo histórico y dialéctico y juegan un gran papel en el análisis filosófico de los conocimientos aportados por las ciencias de la naturaleza y las ciencias sociales. Se puede decir con certeza que esta evolución se ha producido, entre otras, bajo la influencia de la

cibernética. Esto se desprende de su función integrante en el sistema de las ciencias. La elaboración de la teoría de los sistemas de la cibernética ha generalizado conceptos científicos que, bajo esta forma, han sido reconocidos como aspectos de un modo de pensar universal. Se puede, pues, formular desde este punto de vista el papel de la cibernética para la filosofía de la manera siguiente: por la elaboración de su teoría de los sistemas, ha hecho visibles ciertos lados de la forma de pensar que se desarrolla en las ciencias de la naturaleza y en las ciencias sociales. En este sentido, la cibernética crea premisas para la generalización filosófica de las ciencias de la naturaleza y representa un vínculo entre las ciencias de la naturaleza y la filosofía. Sin embargo, se trata de un vínculo solamente desde un punto de vista *preciso* y no un vínculo en general. La aplicación de la cibernética a las diferentes ciencias es muy variable; por ejemplo, en física, ya fuertemente matematizada, no se puede hablar de la aplicación de la cibernética más que en pequeña medida. Esto procede, aparentemente, del carácter de los sistemas estudiados en física.

Si se habla del hecho de que la cibernética crea premisas para la generalización filosófica de las ciencias de la naturaleza, esto quiere decir al mismo tiempo que la teoría de los sistemas de la cibernética *no* es todavía una generalización *filosófica*. La filosofía no ha tomado simplemente de la cibernética los conceptos enumerados más arriba; la cibernética no precisa los conceptos filosóficos en cuanto tales; la filosofía marxista no se desarrolla *en el interior* de la cibernética.

Frecuentemente se representan las relaciones entre la filosofía, la cibernética y las ciencias de la naturaleza de forma simplificada, como si la cibernética fuese ya filosofía. Esto es sobreestimar el parentesco entre los dos campos en lo que concierne

a su generalidad; significa despreciar puntos esenciales de su distinción.

Sistema y estructura

La diferencia más importante entre cibernética y filosofía no consiste en su grado de generalización: la finalidad de su generalización es diferente. La cibernética, cuando se ocupa de la transmisión de informaciones y del comportamiento de los sistemas, no puede hacer abstracción en gran medida del género de los elementos que forman este sistema. Aquí habría ya que resolver uno de los problemas fundamentales de la filosofía, a saber: el de la relación entre el material y el ideal, problema que la cibernética considera que ella no tiene por qu resolver. La filosofía se ocupa de las diferentes re laciones entre el hombre y su contorno. Su finalida es responder a las cuestiones relativas a la concepción del mundo, englobando todas las adquisiciones de las ciencias de la naturaleza, de las ciencias humanas, de las ciencias fronterizas y de las ciencias transversales. En la historia del pensamiento, las proclamas imprudentes, sin análisis filosófico, sobre el valor para la concepción del mundo de determinados conocimientos, se ha comprobado siempre que son imposibles del sostener. Esto es válido tanto para el energetismo y el maltusianismo como para el idealismo fisiológico o físico. Lo mismo ocurriría para un nuevo cibernetismo, si se tratara de sustituir la filosofía por la cibernética. Pero lo mismo que la física moderna ha dado origen a muchas ideas filosóficas interesantes, la cibernética debe ser estudiada por sus problemas relacionados con la filosofía. Junto con su elevado grado de generalización, la cibernética ofrece a la filosofía resultados que representan ya una cierta generalización de otras ciencias.

La finalidad diferente de la generalización en la cibernética, por una parte, y en la filosofía, por otra, tiene consecuencias para la formación de los conceptos en las dos disciplinas. Se puede observar que conceptos como sistema y estructura no son idénticos en filosofía y cibernética. Esto es válido para todos los conceptos que se emplean tanto en filosofía como en cibernética. En cibernética, el sistema se define como "el conjunto de los elementos y el conjunto de las relaciones existentes entre estos elementos". Una de las tareas esenciales de la cibernética como teoría de los sistemas consiste en la elaboración de una clasificación de los sistemas cuyo objetivo principal es elaborar una formulación matemática exacta de los conceptos, de las leyes, etc. La estructura se define como "conjunto de las reaciones que enlazan entre sí los elementos de un sistema y de todos sus informes relacionales isomorfos". Las relaciones entre los elementos se designan con el término acoplamiento. A través de estas definiciones, se puede conocer ya la forma particular en que la cibernética considera los problemas. En lo esencial, se trata de una forma de pensar lógico-matemática. Según Georg Klaus, por ejemplo, todos los conceptos y razonamientos empleados por Oskar Lange en su obra *Totalidad y desarrollo vistos por la cibernética* conducen al aparato conceptual de la teoría de los conjuntos.

De una forma completamente diferente se emplean en la filosofía marxista los conceptos de sistema y de estructura. Esto es en realidad independiente de que en la literatura filosófica se utilicen definiciones cibernéticas en lugar de conceptos filosóficos. En los estados recientes de la teoría filosófica de la evolución y del determinismo dialéctico, los conceptos de estructura, de sistema, etc., juegan un papel esencial. No se habla del desarrollo de los objetos y de los fenómenos, sino del desarro-

llo de sistemas. La proposición "La realidad objetiva tiene el carácter de un sistema" es una afirmación típicamente filosófica que se distingue de su semejante cibernética. Esta proposición define condiciones esenciales de la actividad y del conocimiento humanos. Hay en la realidad una dependencia material universal. Esta está diferenciada en sí misma. En esta multitud de relaciones se pueden distinguir sistemas. Estos sistemas están marcados por un aislamiento relativo y, de hecho, pueden llegar a ser el objeto de nuestros actos y de nuestro conocimiento. Un motivo de discusiones filosóficas es, por ejemplo, esta cuestión: ¿existen criterios objetivos para la definición de los sistemas?; ¿en qué consiste la relatividad de la distinción entre sistema y elemento? Una aproximación típicamente filosófica del concepto de estructura aparece cuando esta última es definida por oposición al concepto de proceso. Se entiende entonces por proceso a las *transformaciones* específicas de la totalidad, específicas del sistema. En oposición, la estructura se define como un conjunto de relaciones *relativamente estables*. El concepto de estructura designa "el conjunto de las relaciones de orden con carácter de *ley* entre los elementos de sistema total considerado".

Tal definición de los conceptos hace aparecer relaciones con cuestiones que se refieren a la concepción el mundo y a la teoría del conocimiento. Lo esencial de esta definición de los conceptos consiste en el hecho de que según el principio de la contradicción dialéctica se pueden establecer relaciones entre conceptos que se excluyen uno al otro.

Al emplear los conceptos citados más arriba, y otros más, se puede formular de forma más precisa una serie de proposiciones filosóficas. No se trata, sin embargo, de precisar conceptos filosóficos por la cibernética. Cada una define los concep-

tos de que se trata de manera diferente.

En relación con ello, es necesario llamar la atención sobre una tendencia del desarrollo, a saber: el proceso que elimina de la filosofía problemas parciales y disciplinas parciales. Aspectos parciales de problemas que hasta el presente no eran tratados más que por la filosofía, pueden ser precisados por la cibernética, como, por ejemplo, aspectos de la problemática que hasta ahora ha sido tratada de forma global por la filosofía como relación de la parte y del todo. El aspecto "teorías de los sistemas" de esta problemática deviene mucho más preciso hoy en cibernética como cuestión de la relación entre el sistema y el elemento. Este proceso de diferenciar de la filosofía ciertos problemas es un momento de la diferenciación general de las ciencias. Fenómenos semejantes aparecen en las matemáticas. Así, problemas considerados anteriormente como filosóficos son resueltos hoy por las matemáticas de una forma específica por la teoría de la prueba o la teoría de las categorías. El proceso de diferenciación no se ha terminado. La aparición de nuevas ciencias implica nuevas tareas para la filosofía. Hay que buscar qué problemas pueden encontrar respuestas en una ciencia particular y qué nuevos problemas se le plantean a la filosofía. En el proceso de diferenciación, hay fases de paso durante las cuales la diferenciación plantea dificultades. Sin embargo, la diferenciación hay que verla siempre como una tarea. Solamente de este modo se puede evitar la unilateralidad y las exageraciones. Cuando se confunde la formulación cibernética de un concepto con su contenido filosófico, se llega a una imagen unilateral. Hay que subrayar este peligro, pues en la historia de las ciencias los intentos de reducir la filosofía a otra ciencia siempre fracasaron. Si no se quiere ver en la filosofía más que una teoría general de los sistemas, una teoría del comportamiento de los siste-

mas posibles, ello equivaldría a reducir la filosofía a la cibernética. Se perdería su carácter de concepción del mundo. No habría respuesta a cuestiones de carácter típico de concepción del mundo como la de la fuente de nuestro saber, la del origen del mundo, la del sentido de la vida.

Una tarea esencial de la cibernética consiste en el análisis crítico de la conceptualización cibernética. Esta tarea comporta también reflexiones sobre la aplicación de la cibernética en las diferentes ciencias. Aparecen dificultades, por ejemplo, si se intenta comprender los problemas de la física de las partículas elementales sobre la base de la conceptualización cibernética. Así, el concepto de elemento como parte de un sistema cibernético no puede ser aplicado en la física de las partículas. En efecto se trata aquí de estudiar la estructura de los elementos, su divisibilidad; es decir, su elementalidad.

Hasta el presente, no se ha destacado suficientemente la tarea del análisis filosófico de los conceptos cibernéticos. Esto probablemente está ligado al hecho de que la filosofía tiene como tarea mantener la indagación de nuevas formas de pensar; este es el caso de la cibernética. Por ello la tarea de propagar la nueva manera de pensar se situaba en el primer plano. En tanto que el pensamiento cibernético puede ser válidamente utilizado por todas las ciencias, la reducción de las ciençias particulares a la cibernética no es posible, pues ésta abarca muchos aspectos parciales, pero no resuelve las tareas científicas de las ciencias de la naturaleza o de la filosofía.

Mario Bunge

EL ESPACIO Y EL TIEMPO EN LA CIENCIA CONTEMPORANEA

Los conceptos de espacio y de tiempo ocupan el centro de la ciencia contemporánea, pero esto no implica, de ninguna manera, que su significación esté suficientemente clara, sin hablar de su definición. En particular, nadie ve con claridad lo que distingue las coordenadas geométricas y las coordenadas de posición en el espacio físico, o la asimetría del tiempo y la irreversibilidad de la mayor parte de los procesos. Estos puntos oscuros, así como muchos otros, ligados a los conceptos de espacio y tiempo, dimanan del hecho de que los investigadores se han interesado casi exclusivamente de los problemas técnicos del cálculo y de la medida de las distancias en el espacio y de los intervalos de tiempo, y han descuidado los problemas filosóficos fundamentales del espacio y del tiempo.

Para aclarar un poco más estos problemas, es necesario orientar las investigaciones, por lo menos, en dos direcciones: en física, primero; en protofísica, después. En otros términos: es necesario estudiar las premisas generales y no formales de la ciencia física y, en particular, las hipótesis más o menos sobreentendidas relativas a la naturaleza del espacio y del tiempo. Mientras que casi todo el mundo tiene conciencia hoy del valor de la física, por otra parte muy poca atención se presta a la protofísica (o esfera física de la metafísica de la ciencia), que está ligada a conceptos fundamentales como el sistema, la estructura, la posibilidad, el acon-

tecimiento, el espacio y el tiempo, y que los considera de la manera más general y, según las posibilidades, de forma más detenida.

La finalidad del presente artículo no es estudiar en detalle las ideas contemporáneas sobre el espacio y el tiempo, sino dar un breve resumen e indicar a este respecto algunos problemas no resueltos.

1. *Base prehistórica*

El aficionado que no ha pasado por la pesada escuela de la enseñanza científica, participa habitualmente de las ideas nacidas en los tiempos prehistóricos, y éste es el caso, en particular, respecto a las ideas relativas al espacio y al tiempo. La originalidad de la concepción arcaica de espacio y tiempo reside en el hecho de que son comprendidos como dos cosas, incluso con propiedades inherentes a los dioses y a los mortales, y no como rasgos objetivos de la naturaleza. El espacio se concibe, bien como el mundo mismo, bien como algo exterior a los cuerpos, y, en todo caso, como alguna cosa concreta. Lo mismo ocurre con el tiempo, que es considerado ya como un río, ya como un proceso particular —de ordinario es el movimiento aparente de las estrellas—. Frecuentemente fueron divinizados ambos.

Estas creencias primitivas subsisten en el lenguaje corriente, donde predomina aún el pensamiento precientífico. Se habla así de división del espacio o del discurrir del tiempo, de espacialidad y de temporalidad, etc. El hecho de considerar al espacio y al tiempo como cosas concretas constituye en sí un obstáculo para la elaboración de teorías generales del espacio y del tiempo lo mismo que relacionar las nociones de espacio y tiempo a la actividad de criaturas divinas o del hombre. La concepción científica del espacio y del tiempo debe evitar transfor-

marlos en algo concreto; no debe ser antropomorfa, sino laica y cuantitativa. Nada de esto fue observado hasta el siglo v antes de nuestra era.

2. *La herencia clásica*

Uno de los principales méritos de los filósofos y de los naturalistas griegos del período clásico es haber liberado los conceptos de espacio y tiempo del antropomorfismo y, frecuentemente, del teomorfismo. El segundo mérito de nuestros precursores intelectuales, siempre a propósito de los conceptos de espacio y de tiempo, es el de la desmaterialización de estos conceptos. Fueron los primeros en rechazar el pensarlos como cosas. Además, nos han transmitido ideas positivas relativamente claras sobre lo que representan el espacio y el tiempo.

En efecto, los clásicos de la antigüedad nos han dejado una elaborada teoría del espacio (geometría de Apolonio, de Euclides y de Arquímedes) y las ideas, primitivas sin duda, pero correctas, sobre el tiempo, de Aristóteles y de Lucrecio. Estas ideas guardan aún todo su valor y son más finas que las nociones de la gente inculta de nuestro tiempo sobre el espacio y el tiempo. Según esta geometría, el espacio físico (que Euclides no distinguía del espacio matemático) es una especie de sistema primario de referencia existente en sí mismo y que constituye un fondo o una arena para todas las entidades concretas. Desde entonces decimos que las cosas existen en el espacio. Además, en la época se suponía que el espacio estaba dotado de propiedades métricas, ilustradas por la teoría de Pitágoras.

El tiempo también era considerado como un objeto matemático determinado, es decir, un *continuum* lineal (dejamos de lado el problema de saber hasta qué punto la idea de *continuum* estaba defini-

da por los griegos), una parte integrante del sistema de referencia en el cual las cosas existen y se suceden. Pero, contrariamente al espacio, que existe en sí, el tiempo no es considerado como una cosa y no puede ser pensado como algo independiente. Según Aristóteles y Lucrecio, el tiempo es el ritmo de los acontecimientos.

Cosa bastante curiosa: la filosofía griega del espacio estaba poco desarrollada y acusaba retardo con relación a la del tiempo. Por otra parte, la ciencia griega del espacio conoció un notable desarrollo en una época en que era prácticamente imposible encontrar en el marco de la ciencia griega un ejemplo de empleo del concepto de tiempo. En suma, era una ciencia estática, con la sola excepción de la astronomía.

En resumen, los clásicos griegos nos legaron: a) una teoría exacta (euclidiana) del espacio y la convicción de que este espacio es el único posible; b) el embrión de la expresión "filosofía del tiempo", de la que difícilmente se podría encontrar aplicación en la ciencia griega; c) la idea de que el espacio existe en sí (es decir, la idea de un espacio absoluto) y que el tiempo es una propiedad del cambio. Era la primera y tal vez la más importante revolución en las concepciones generalmente admitidas del espacio y del tiempo.

3. *La revolución del siglo* XVII

La ciencia y la técnica de la Edad Media y de la antigüedad se sirvieron a su manera de la geometría compartiendo sin el menor espíritu crítico la convicción de Euclides de que la geometría es una ciencia del espacio físico y no un juego puramente matemático. Pero la geometría no fue utilizada más que en la ciencia física (comprendida la astro-

nomía) y en sus ramas aplicadas; no jugó ningún papel en las otras ciencias, que en una medida u otra se encontraban lejos detrás de la física. El tiempo no fue estudiado en el marco del pensamiento científico hasta la época del Renacimiento.

Los creadores de la ciencia contemporánea sacaron los mejores provechos de la geometría de los griegos antiguos. Estudiaron sus trabajos y aplicaron sus ideas, sobre todo en física, a fin de apoyar sus concepciones de que cada entidad posee una forma determinada, de características cuantitativas determinadas de diferentes formas. Hicieron uso de la geometría, pero no inventaron ninguna nueva teoría geométrica, pues en su criterio la razón y la naturaleza no disponían más que de una sola geometría posible: la geometría euclidiana. En verdad algunos artistas e ingenieros sentían una cierta insuficiencia; comprendían la necesidad de otra geometría que la de las cosas en sí mismas; era necesaria una geometría que describiera nuestras percepciones visuales y nuestras concepciones visuales de los objetos. Crearon la geometría proyectiva y sus ramas aplicadas: la axonometría y la geometría descriptiva.

La idea de los griegos, o más exactamente las ideas de Aristóteles y de Lucrecio sobre el tiempo, no tuvieron suerte. La ciencia moderna adoptó una idea casi anárquica del tiempo, a saber: el tiempo absoluto de Newton, que "discurre" uniformemente en sí. Sólo algunos, como Spinoza y Leibniz, optaron por el punto de vista relacional sobre el tiempo, según el cual sin cambio no existe ningún tiempo. Pero esta regresión de la filosofía era compensada por el progreso de la ciencia: desde Galileo, el tiempo fue considerado como un parámetro continuo; desde Newton, todas las ecuaciones de movimiento fueron ecuaciones para la velocidad o el flujo, en las que el tiempo tenía la función de

una variable independiente. Si el tiempo se consideraba autónomo y existía en sí, se podía representarlo por una variable continua. Pero si se trataba de acontecimientos, se podía adoptar la tesis de Mach según la cual se podía prescindir francamente de la variable temporal, lo que habría tenido como resultado el estancamiento de la evolución normal de la ciencia.

Desde la época de Galileo, y sobre todo desde la de Newton, el espacio y el tiempo se convirtieron en partes integrantes del mundo y de la concepción científica de éste. El espacio físico fue tratado por la geometría euclidiana y el tiempo interpretado por analogía con una coordenada geométrica. La finalidad de la ciencia fue la descripción y la explicación de las cosas y de sus cambios en el espacio y en el tiempo. El espacio y el tiempo eran respectivamente independientes y constituían un fondo objetivo bien definido y dado desde el origen. Todo era susceptible de cambio, excepto el sistema de coordenadas espacio-temporales. Este sistema aparecía hasta tal punto inmutable, que Kant lo consideró como un *a priori*, e incluso como el producto de la intuición intelectual.

Fue elaborado un programa mecanicista, y en su conjunto perfecto, por lo menos en física. Su finalidad era reducir todo a figuras y a movimiento, tal como lo preconizó Descartes en su tiempo. La física llegó a ser casi completamente mecanicista, y la mecánica hizo grandes intentos por implantarse en química y en biología. Los éxitos del mecanicismo fueron tan brillantes en física que llegó a convertirse en la metafísica oficial de la ciencia. Esta situación se prolongó hasta casi mediado el siglo XIX, fecha en que llegaron a su máximo los límites del mecanicismo, precisamente con la física del campo y la termodinámica. Ni una ni otra pudieron dar, con la ayuda de figuras y del movi-

miento, una evaluación de los procesos que describían. Sin embargo, incluso estos límites pasaron inadvertidos durante un largo período y se hicieron intentos por reducir igualmente estos campos de la realidad a la mecánica. Y toda vez que el mecanismo contribuyó a descubrimientos científicos, se convirtió en la primera metafísica realmente fecunda.

4. *La concepción newtoniana del espacio y del tiempo*

El primer gran éxito del programa mecanicista fue la mecánica racional de Newton, o más exactamente la mecánica de las partículas (se debe a Euler la mecánica de los cuerpos sólidos y de los cuerpos deformables). Las ecuaciones de Newton fueron prácticamente las primeras ecuaciones generales y aproximadamente exactas del movimiento, aunque estuviesen ligadas a un concepto tan artificial como el de masa puntual.

La mecánica de Newton no intentó profundizar en la naturaleza del espacio y del tiempo: los consideró como dados desde el origen y supuso que el espacio estaba dotado de una estructura euclidiana y que el tiempo era un parámetro continuo. Leibniz, opuesto a la concepción newtoniana, propuso por su parte una teoría inexacta de la mecánica, pero que encerraba, no obstante, una filosofía del espacio y del tiempo completamente válida. No es que Newton despreciara la filosofía, o más exactamente la protofísica del espacio y del tiempo. Contrariamente a sus discípulos, a los cuales sólo les atraía el cálculo y las medidas, Newton fue un pensador profundo que aspiraba a una comprensión total del mundo. Su concepción del espacio y del tiempo procedía desgraciadamente de la metafísica y

de la teodicea, y por esta razón era doblemente inútil; para la ciencia y la filosofía era perfecta. En efecto, para él el espacio y el tiempo no solamente existen objetivamente, sino que son a su modo cosas reales: el espacio ha existido fuera de todo cuerpo y continuará existiendo en ausencia de estos cuerpos, pero no independientemente de Dios, pues el espacio no es otra cosa que el *sensorium* de Dios; en cuanto al tiempo, es una especie de cosa autónoma e inaprensible, un género particular de corriente.

Por primitivas que sean estas opiniones, han ejercido una influencia decisiva sobre las ideas durante dos siglos. Es poco probable que los sabios hayan dado una gran importancia a los componentes teológicos de la filosofía newtoniana del espacio y del iempo, pero durante largo tiempo aceptaron que l espacio y el tiempo existían fuera de la materia que no estaban sometidos a ninguna acción por parte de ésta. Esta concepción que prevalece hasta el presente en la mayor parte de las ciencias, es la llamada concepción del espacio y del tiempo absolutos.

5. *La crítica filosófica del espacio y del tiempo absolutos*

Pocos sabios se han aventurado a criticar la concepción del espacio y del tiempo absolutos; entre ellos se encuentran Leibniz, Berkeley y Mach. Sus críticas, en su conjunto, fueron ineficaces, aunque algunas fueran justas. Fueron ineficaces porque no refutaron, apoyadas en la astronomía, las ecuaciones del movimiento, y también porque tampoco propusieron una alternativa claramente mejor, y, sobre todo, porque se basaban en principios filosóficos dudosos.

Así, Berkeley afirmó justamente que no se pue-

de percibir sensorialmente el espacio, sino que solamente se le puede deducir de nuestras percepciones sensoriales de los cuerpos. Admitió igualmente que el tiempo absoluto es un espectro, y que en realidad el tiempo es el orden de sucesión de las ideas. Berkeley criticó y rechazó no solamente la noción de espacio y de tiempo absolutos, sino también la concepción que considera el espacio y el tiempo como reales y objetivos. Desde la época de Berkeley, los conceptos de absoluto y objetivo, y respectivamente, de relativo y subjetivo, han sido confundidos, puesto que manifiestamente son diferentes e independientes el uno del otro. Algunas propiedades, incluso de los hechos, aunque objetivos, pueden ser a la vez relativos en un sistema de referencia dado. Es un hecho que los aviones a reacción pueden moverse, aunque su movimiento no sea absoluto; este movimiento es relativo desde el punto de vista de un cierto sistema de referencia que puede coincidir o no con el ser sensible.

La noción de relatividad del movimiento se remonta a la época de Descartes, pues todas las ecuaciones de movimiento y sus soluciones estaban expresadas en sistemas de coordenadas definidas, y el sistema de coordenadas es un objeto conceptual y no físico. Por ello, aunque el movimiento haya sido relativizado en un sistema de coordenadas, este sistema ha sido considerado como fijo en el espacio absoluto, lo que es una ficción manifiesta. Sólo C. Neumann, cerca de un siglo después, preconizó referir todo movimiento a un sistema físico de referencia cualquiera. Lo que proponía era un modelo de sistema físico de referencia realizado con la ayuda de un sistema de coordenadas geométricas. Esto no entrañaba ninguna modificación matemática, y no era más que una modificación semántica, pero era suficiente para rechazar el concepto de espacio absoluto.

Para hablar con imágenes, si en el universo no existiera más que un solo y único cuerpo, éste no podría desplazarse, puesto que el movimiento sólo es posible en relación con un determinado sistema material de referencia. Por ello, independientemente de las fuerzas que actúan para que el movimiento sea posible, es necesario tener por lo menos dos cuerpos. Si el universo estuviera completamente vacío, no habría en él ni espacio ni tiempo. El espacio físico no existe más que en la medida en que existen sistemas físicos (cuerpos, campos, entidades cuánticas, etc.). Exactamente de la misma forma, el tiempo no existe más que en la medida en que estos sistemas se transforman de una manera u otra. Un universo estático poseería caracteres espaciales, pero carecería de tiempo. En consecuencia, a diferencia de una teoría puramente matemática del espacio y del tiempo, una filosofía racional del espacio y del tiempo debe partir de la hipótesis de que el espacio es un sistema de relaciones concretas entre objetos físicos, y que el tiempo es una determinada función de las modificaciones que se producen en estos objetos. En otros términos: debe ser una teoría del espacio y del tiempo relacional y no absoluta.

Esto es lo que confusamente entrevió Mach, otro crítico de la mecánica newtoniana. Sin embargo, sobre este problema sólo dejó algunas observaciones sin ligazón entre ellas y no propuso ninguna teoría del espacio y del tiempo. Aún más: en lugar de explicar los conceptos de espacio y tiempo en términos de hechos acaecidos, Mach quiso eliminar estos conceptos partiendo del dogma empírico según el cual lo que no es percibido por nuestros órganos de los sentidos no existe. Por consiguiente, aunque numerosos sabios afirman que adoptan las ideas de Mach sobre el espacio y el tiempo, las masas y las fuerzas, etc., en los hechos no hacen sino servirse

de la mecánica newtoniana que permanece válida, pues ésta funciona en un campo suficiente, vasto, mientras la teoría de Mach no funciona en absoluto, dado que no existe en tanto que tal teoría; es decir, en tanto que sistema hipotético-deductivo que describe los cuerpos en movimiento.

La crítica filosófica del punto de vista absoluto del espacio y del tiempo, y en particular las observaciones críticas de Mach han sido útiles en el sentido de que han preparado una visión más vasta y más justa que la inmovilidad inquebrantable de la mecánica clásica. En consecuencia, han contribuido aunque indirectamente y en una muy ligera medida a la elaboración de una nueva concepción del espacio y del tiempo, una concepción a la que Mach se opuso con ferocidad, no casualmente, sino por razones filosóficas. Se trata de la teoría de la relatividad restringida.

6. *Primera revolución einsteniana*

Era difícil lanzar un serio desafío a la concepción clásica del espacio y del tiempo cuando no se disponía de otra concepción más perfecta. Esto lo hizo la teoría de la relatividad restringida, elaborada en 1905, y que lógica e históricamente es de alguna forma una consecuencia tardía de la electrodinámica de Maxwell. La sección general de la teoría de la relatividad restringida es una cinemática (de los cuerpos, de los campos, de los rayos o de todo lo que se ve) en presencia de un campo electromagnético: sin campo no hay necesidad de las transformaciones de Lorentz, que enlazan entre ellas los diversos sistemas físicos de referencia.

La teoría de la relatividad restringida de Einstein ha demostrado, en definitiva: a) que el espacio y el tiempo no son independientes uno del otro, sino

que son los componentes de una determinada unidad de orden superior denominada espacio-tiempo, que se descompone en espacio y en tiempo por relación a un sistema de referencia determinado; b) que la extensión y la duración no son absolutas, es decir, independientes del sistema de referencia, sino que son más cortas o más largas precisamente en función del desplazamiento del sistema de referencia; c) que no existen magnitudes vectoriales puramente espaciales y escalares simples; los vectores tridimensionales son los componentes espaciales de los vectores cuatridimensionales, cuyos componentes temporales se asemejan a los antiguos escalares. Estas proposiciones de la teoría de la relatividad restringida no eran especulaciones metafísicas vacías de sentido, sino hipótesis científicas que fueron (en su forma anticipada) partes integrantes de la más sutil, más fecunda y más elegante de todas las teorías científicas del siglo XIX: la teoría del campo electromagnético de Faraday-Marvell.

La primera revolución einsteniana fue tan eficiente que tuvo repercusiones tanto en filosofía como en política. Por una parte fue sometida a los furiosos ataques de ciertos filósofos conservadores, como Bergson; por otra, entusiasmó a ciertos pensadores que, a la manera de Whitehead, no resistieron el deseo de elaborar una metafísica científica. En los países totalitarios fue puesta fuera de la ley. Además, fue ruidosamente aplaudida por quienes no comprendían el sentido, sino que querían aparecer como muy eruditos. Penetró incluso en estética. Es así como Max Bill se sirvió de la terminología relativista sin, no obstante, comprender su exacto sentido. En una palabra, la teoría de la relatividad restringida llegó a ser la más célebre y probablemente la menos comprendida de las teorías científicas del siglo. En este artículo sólo queremos recordar los errores que ordinariamente se come-

ten a este respecto, y esto no solamente por los aficionados, sino también por ciertos físicos.

El primero es la convicción de que el tiempo se espacializa; es decir, que es privado de sus particularidades y tratado como una coordenada más. Según esto el tiempo no es nada: primeramente se da a la cuarta coordenada una significación totalmente diferente a la de las otras tres; en segundo lugar, la componente temporal de un intervalo del espacio-tiempo es dotada de su propio signo, que es contrario al de las componentes espaciales. Por esta razón, y otras más, el tiempo no es equivalente al espacio en la teoría de la relatividad restringida. ¿Está ligado al espacio? Sí. ¿Es absorbido por su compañero? No.

El segundo error, también muy frecuente, es la confusión del sistema de referencia con el observador, es decir, de la dependencia del sistema de referencia con la subjetividad. Dado que en la física prerrelativista numerosas magnitudes eran consideradas absolutas (independientes del sistema de referencia), y que ahora dependen del sistema, se tiene la tendencia a llegar a veces a la conclusión de que estas magnitudes no son objetivas, que dependen del observador. De la misma manera, dado que ha sido demostrado que la simultaneidad es relativa al sistema de referencia, se dice a veces que no existen acontecimientos relativamente simultáneos. Así, la teoría relativista consagraría el triunfo de la filosofía subjetivista, lo que es totalmente ridículo. Los sistemas de referencia de la física teórica no son sujetos psicofísicos, sino sistemas materiales. Mucho más: los hombres no pueden acceder a ningún sistema inercional (en el sentido propio del término) a partir del cual puedan realizar sus observaciones.

Se dice con frecuencia de la teoría de la relatividad restringida que es una ciencia del espacio-tiem-

po, pero esto no es totalmente exacto: el espacio y el tiempo no juegan en ella un papel más importante que en la física prerrelativista; esta teoría no dice realmente nada de lo que es el espacio-tiempo, aparte de que hable de sus propiedades métricas. Su apreciación del espacio-tiempo recuerda singularmente los antecedentes penales de una persona: la ficha registra cosas que se han producido, pero no lo que ellas representan.

Corresponde a la protofísica y no a la física profundizar aún más en la naturaleza del espacio y del tiempo. Por ello la primera revolución einsteniana reside en el hecho de que la protofísica del espacio y del tiempo debe ser relacional y no absoluta, relativista y no independiente del sistema de referencia.

7. *Segunda revolución einsteniana*

La teoría de la gravitación de Einstein de 1918 es prolongación de la primera revolución. Según esta teoría, el espacio y el tiempo no son solamente relacionales y relativos al sistema de referencia: dependen igualmente de todo lo que compone el mundo. En efecto, las propiedades métricas del espacio-tiempo (es decir, el intervalo espacio-temporal y el tensor de curvatura) serán consideradas en adelante como función de la distribución de la materia y del campo en el universo: cuanto mayor sea la densidad de la materia y del campo, más curvo es el espacio y más curvas son las trayectorias de los rayos y de las partículas, y más acelerada la marcha de los relojes. Esto no es una invención de la metafísica tradicional, aunque la teoría de Einstein supera todas sus invenciones. Es una sobresaliente rama de las matemáticas, con un contenido físico definido, basada en experiencias muy precisas

de las que buen número de ellas se han perfeccionado en los últimos años y cuya mayor parte han confirmado la teoría de Einstein.

Por su aparato matemático, difícil de comprender, esta teoría no ha podido ganar la imaginación de los filósofos y de los aficionados del mismo modo que la teoría de la relatividad restringida. Por ello ha podido escapar a innumerables interpretaciones erróneas, aunque no totalmente. En efecto, existen estas interpretaciones. Una de ellas consiste en hacer de la teoría de la relatividad generalizada una generalización de la mecánica relativista con un movimiento uniforme en el caso general de un movimiento acelerado. En efecto, la designación "generalizada" es debido a la covariancia o a la forma de invariancia de la teoría en el caso de transformaciones continuas muy generales de las coordenadas. Aunque muy importante, esta característica del objeto o de la significación de la teoría de la relatividad generalizada es, sin embargo, insuficiente: lo que esta teoría intenta evaluar es el campo de gravitación y todas las otras entidades (en lo esencial los cuerpos y los campos electromagnéticos) que pueden ser fuentes de campo de gravitación.

La segunda concepción errónea, y muy extendida, de la teoría de la relatividad generalizada es la que afirma que las coordenadas no tienen ninguna importancia, incluso que están desprovistas de sentido. Esto es falso. Cada vez que se quieren resolver ecuaciones del campo se tiene que adoptar tal o cual sistema de coordenadas. Lo cierto es solamente que la interpretación física de las coordenadas no es invariante o absoluta: la coordenada temporal puede convertirse en espacial (o inversamente) en una transformación general de las coordenadas. Pero esto únicamente prueba que el espacio y el tiempo están ligados entre sí más estrechamente todavía que en la teoría de la relatividad restringida.

El tercer error corriente es creer que la teoría de la relatividad generalizada geometriza a toda la física en su conjunto. Lo que es aún más falso. Esta teoría debe representar un campo de gravitación con la ayuda de un objeto geométrico, o (lo que es lo mismo) interpretar los coeficientes métricos como potenciales gravitacionales. Ahora bien, esto no lo hace en absoluto respecto del resto del contenido del mundo que está agrupado en el tensor de materia.

La cuarta falsa interpretación, bastante extendida, aunque poco popular, es que según la teoría de la relatividad generalizada el espacio (y puede ser que también el tiempo) puede ejercer una influencia causal; que éste no es solamente curvado por la sustancia y los campos, sino que puede actuar a su vez sobre ellos. Lo que es igualmente falso. Lo que puede actuar sobre los cuerpos y los campos electromagnéticos no es el espacio-tiempo en sí, sino el campo de gravitación. Según la teoría de la relatividad generalizada, un cuerpo o un rayo de luz engendra campos de gravitación que reaccionan sobre ellos mismos. Esta interacción repercute sobre la estructura del espacio-tiempo. El espacio-tiempo no puede ejercer ninguna influencia causal, dado que no es una cosa, sino que expresa en resumen un ser y un devenir físicos. Si todos los cuerpos, los campos y los sistemas cuánticos llegase a desaparecer, no solamente el espacio-tiempo continuaría existiendo, sino que conservaría su estructura riemaniana, tal como lo establecen las ecuaciones fundamentales de la teoría de la relatividad generalizada. Sin embargo, no sería un espacio-tiempo físico. Lo que quedaría sería un sistema matemático de referencia y quedaría desprovisto de todo sentido físico. Mucho más: no quedaría un esqueleto vacío, dado que ninguna fórmula matemática puede existir sin seres que sean capa-

ces de reflexionar sobre ella.

Entre los errores enumerados más arriba, algunos podrían haber sido evitados, si se hubiera prestado una mayor atención a los fundamentos de la física. Pero los físicos contemporáneos están tan ocupados en los cálculos y en las medidas, que no se inquietan absolutamente por el hecho de que ignoran totalmente lo que calculan y miden. Pero sea lo que fuere, todo el mundo está ahora de acuerdo en que la teoría de la relatividad generalizada produjo una importante revolución en nuestras concepciones del espacio y del tiempo. El paraíso de la simplicidad newtoniana desapareció para siempre, cualesquiera que sean (y qué número) los cambios que traigan las futuras teorías de la gravitación. La diversidad espacio-temporal es de una extraordinaria complejidad; varía siempre en función de las transformaciones que se producen en los cuerpos y los campos. La disociación del espacio-tiempo en espacio y tiempo depende aquí incluso más del sistema de referencia que en la teoría de relatividad restringida, y precisamente por esta razón no es subjetiva.

8. *Revolución cosmológica*

Hace tres siglos, la física procedía raramente a extrapolaciones más allá del sistema solar; ahora se supone que es aplicable a todo el universo, inclusive al universo tomado como un todo. En consecuencia, la cosmología ha cesado de ser una ciencia aislada y se ha transformado en una rama aplicada superior de la física: la megafísica. La cosmología o megafísica trata de los problemas del espacio-tiempo general: espacio cósmico y eternidad en su totalidad. Lo que constituye una nueva revolución en nuestra forma de imaginar el espacio y el tiempo.

Recordemos a título de comparación que en la física ordinaria el momento inicial está constituido por variaciones de estado infinitamente pequeñas, pues lo que importa no es el resultado de la acción de todas las cosas, sino el contorno espacio-temporal inmediato del sistema. Lo que en el pasado era en ocasiones un juego filosófico de la imaginación, hoy, el estudio de la presunta evolución del cosmos durante algunos períodos de tiempo es objeto de serias investigaciones científicas.

Este camino está sembrado, sin embargo, de un gran número de importantes dificultades. Primera dificultad: si queremos representar la evolución del universo en su conjunto, se hace necesario hacerlo con relación a un sistema de referencia privilegiado (el centro de las masas del universo, por ejemplo); por otra parte, debemos introducir un tiempo (cósmico) privilegiado que le es asociado, lo que, aparentemente, es incompatible con la teoría de la relatividad.

Segunda dificultad: existen numerosos testimonios de todo género que llegan a la misma conclusión, a saber: que hace diez billones de años el universo fue teatro de un cierto acontecimiento de una importancia capital. Probablemente una explosión fue el origen de la fase contemporánea de la expansión del universo. En todos los casos, hasta el presente no se ha descubierto ningún indicio de la historia del universo anterior a la "gran explosión", y probablemente todos los protocolos físicos ardieron en ese momento. ¿Quiere decir que no había nada antes de ese momento, que el universo fue creado o que apareció a partir de la nada? O bien, aunque existiera antes de la "gran explosión", ¿no recuerda nada su existencia anterior?

Es evidente que los argumentos astrofísicos son insuficientes para responder a estas cuestiones. En consecuencia, debemos hacer un llamamiento a una

filosofía que excluya toda clase de conjeturas anticientíficas. Si nos atenemos a la filosofía naturalista, rechazamos la idea de una creación, opuesta ésta al principio según el cual todo está sometido a leyes internas. Si concedemos alguna confianza a la física, rechazamos igualmente la hipótesis de una aparición espontánea de la materia a partir de nada. Y si, además, somos partidarios de la instrucción y no del oscurantismo, podemos admitir que la falta de pruebas materiales de la existencia del universo antes de la "gran explosión" sólo es provisional y no definitiva. Es posible que, a fin de cuentas, encontremos en algún rincón del universo algunos signos de sus ciclos precedentes, sobre todo si los buscamos. Mas, sea lo que fuere, esperamos que llegue un momento en que nuestras ideas relativas al espacio y al tiempo dejen de proceder de las ciencias de la naturaleza y se transformen en problemas filosóficos. Esto es molesto, naturalmente, si profesamos una filosofía anticientífica; pero si nuestra filosofía está en armonía con nuestra ciencia, entonces no es inquietante.

9. *Las revoluciones futuras*

Hemos recordado algunas direcciones de nuestras ideas sobre el espacio y tiempo, desde la desmitologización griega hasta hipótesis cosmológicas contemporáneas que se apoyan mucho en la física relativista, aun contradiciéndola aparentemente. Hemos visto por lo menos cinco revoluciones conceptuales, de las que tres se han operado en nuestro siglo. ¿Hemos llegado al fin de la historia? De ninguna manera. La física tiene, aparentemente, necesidad de concepciones sobre el espacio y el tiempo más nuevas y más inconcebibles aún. La teoría de la relatividad restringida y la teoría general de la

gravitación son en definitiva teorías preatómicas, no han sufrido la influencia de las físicas atómica y nuclear, que a su vez han sido en cierta medida influenciadas por la teoría de la relatividad restringida, pero no por la teoría de la relatividad generalizada. Es posible que la próxima revolución en microfísica modifique radicalmente nuestras ideas sobre el espacio y el tiempo de modo que el espacio-tiempo pueda aparecer geliforme, sometido a fluctuaciones cuánticas, que las cuatro coordenadas de base puedan transformarse en operadores con un sentido probabilista, y que las magnitudes de las dos teorías de la relatividad aparezcan como valores medios de magnitudes todavía más profundas.

Cualesquiera que sean las revoluciones ulteriores en nuestras concepciones del espacio y del tiempo, desde ahora parece inverosímil que sus conceptos sean enteramente rechazados como fue el caso para numerosos conceptos de la ciencia antigua, medieval e incluso contemporánea. Ahora bien, a veces se afirma que las dificultades de la microfísica actual son engendradas precisamente por el hecho de que continúa sirviéndose de los conceptos de espacio y tiempo. En cierto sentido esto es cierto: si se habla de una localización relativamente espacial y temporal, es de esperar enfrentarse con toda clase de dificultades, de demostraciones empíricas negativas, incluso con contradicciones lógicas. Pero lo mismo ocurre con toda otra idea científica. Sólo el silencio no entraña peligros; cuanto más original es una teoría, mayor es el deseo de refutarla. En otro sentido, esta afirmación es falsa. El hecho de que los conceptos de espacio y tiempo no ocupan un gran lugar en ciertas teorías no significa que se pueda prescindir fácilmente de las categorías de espacio y tiempo. Dado que la macrofísica y una gran parte de la microfísica se sirven de los conceptos de espacio y de tiempo, y la mayor parte

de las veces con éxito, debemos conservarlos y perfeccionarlos y no lanzarlos por la borda y empobrecer, con ello mismo, la ciencia.

Conservar los conceptos de espacio y tiempo en física no significa que sea necesario aceptar las ideas contemporáneas sobre el espacio y el tiempo, y no lo sería porque, como se ha subrayado, estas ideas fueron elaboradas independientemente de la revolución cuántica, que es tan profunda como las revoluciones relativistas. El concepto de localización, tan fundamental para el sentido común, para la cosmología aristotélica y la física clásica, es a veces falso en mecánica cuántica. El electrón y las partículas semejantes no se presentan siempre como localizados; además, en mecánica teórica relativista no se conce ningún método teórico adecuado que permita determinar la posición del electrón. Que esto sea falta nuestra o defecto del electrón es cosa que aún no sabemos. En todo caso, en este sentido, como en otros muchos, la ciencia está bien alejada del punto de vista del sentido común y de las artes plásticas. Incluso la pintura informal se enfrenta a cosas bien localizadas, como el aceite de los colores.

De todos modos, tres cosas ligadas a nuestros conceptos del espacio y del tiempo nos parecen completamente adquiridas: a) no podemos prescindir de ellos; b) nos enfrentamos con verdaderas dificultades cuando intentamos utilizarlos tanto en microfísica como en megafísica; c) la física no nos proporciona un cuadro de conjunto completo del espacio y del tiempo. En consecuencia, si bien la teoría física puede decirnos exactamente cómo varía la forma de los sistemas con el tiempo, por el contrario, es incapaz de llevarnos a conocimientos profundos sobre lo que son el espacio y el tiempo. Para lograr una respuesta a cuestiones de este último tipo conviene dirigirse a los fundamentos de la física.

10. *Estudio de los fundamentos*

Los sabios que trabajan en los fundamentos de la ciencia se plantean problemas que van más lejos que toda teoría científica especializada: problemas fundamentales y generales que afectan a la ciencia en su conjunto o a ramas enteras de la ciencia. Estos problemas son importantes y pueden ser planteados (y con frecuencia se puede responder a ellos) con la misma precisión que los problemas científicos específicos, pero de ordinario los sabios los desdeñan (probablemente con justa razón), pues resulta imposible responder a ellos en el cuadro de la ciencia, aunque ésta dispone de algunos materiales adecuados para la formulación de las respuestas. Tal es la cuestión de saber lo que son el espacio y el tiempo. No basta con decir cuáles son sus propiedades métricas, pues esto no agota la naturaleza del espacio-tiempo, tal como los datos antropológicos no caracterizan al hombre. Intentemos indicar brevemente el camino que se debe seguir para resolver este problema fundamental.

Desde un punto de vista relacional, el espacio-tiempo no es un cierto sistema de referencia abstracto ni una especie de arena o fondo, fijos e inicialmente dados, sobre los cuales se desarrolla la comedia cósmica. El espacio-tiempo sería más bien estructura fundamental del conjunto de los acontecimientos. En consecuencia, para formalizar esta idea debemos comenzar no por el espacio-tiempo en sí mismo, sino por su base física, es decir, el conjunto E de los acontecimientos o de las variaciones de estados de las entidades físicas (de todas las variaciones de cualesquiera entidades). Entonces podemos considerar el espacio y el tiempo como un determinado conjunto G caracterizado por una cierta función g que asocia los pares de acontecimientos a un punto del conjunto G. El conjunto cuyos

puntos asocian pares de acontecimientos puede estar dotado de una estructura de espacio vectorial, y, si se va más lejos en la especificación de sus propiedades, entonces nos serán necesarios los físicos, cuya tarea es precisamente buscar la estructura detallada de este conjunto G. Los sabios fundamentalistas preparan el terreno para las actividades de los físicos que elaboran una base concreta de las concepciones sobre el espacio y el tiempo.

Resulta bastante extraño que el estudio de los fundamentos de la física se nos aparezca surgiendo de la metafísica (ontología). No sería nada censurable si elaborásemos la metafísica (ontología) con el mismo espíritu que construimos la ciencia. Si la metafísica nos da miedo, podemos llegar a los cálculos y a las medidas de las características espaciales y temporales, pero no obtendremos una respuesta suficiente a algunos problemas que son tan fundamentales como intrigantes, a saber: ¿qué es el espacio y el tiempo; cómo están ligados al ser y al devenir; por qué ocupan el centro de la ciencia contemporánea?

Conclusión

Los conceptos de espacio y tiempo tienen y continuarán teniendo un lugar esencial en el conocimiento científico en tanto que el hombre busque responder a problemas de este género: ¿Dónde se encuentra x?; ¿cuándo se produjo x?

Afirmar que las ciencias naturales o sociales pueden prescindir de los conceptos de espacio y tiempo significa, en el presente, rehusar el plantear semejantes problemas y concentrar, en cambio, la atención sobre taxonomías primitivas incapaces de proporcionarnos descripciones, explicaciones y previsiones precisas. Esto no quiere decir que toda teo-

ría deba ser reducida a la descripción de trayectorias en el espacio y en el tiempo, sobre todo cuando no existe ninguna trayectoria definida, como es el caso de los campos. Esto no quiere tampoco decir que deban ser conservados los conceptos actuales sobre el espacio y el tiempo: se puede recurrir con el mismo éxito a nuevos conceptos. Aparentemente se mantendrán algunos tipos de conceptos sobre el espacio y el tiempo, y no sus representantes individuales.

Por otra parte, los conceptos actuales sobre el espacio y el tiempo no son suficientemente claros, puesto que no se ha procedido a investigaciones sobre sus fundamentos. En lugar de analizar el espacio y el tiempo, los sabios los aceptan corrientemente como conceptos que no necesitan ni análisis ni investigación de fundamentos. Tal análisis no puede ser objeto de una teoría científica particular, pues los conceptos de espacio y tiempo son componentes comunes de todas las ciencias. El análisis de los conceptos de espacio y tiempo forma parte de los objetivos de la protofísica, disciplina que tiene igualmente como finalidad verificar las hipótesis factuales (no formales) de las diversas teorías físicas. (La protofísica puede ser considerada como una rama de la metafísica exacta o de la ontología; es decir, como una disciplina que tiene por objeto el estudio de los rasgos más generales del universo.)

Las búsquedas protofísicas pueden ser realizadas de diversas maneras, entre otras partiendo de diversas premisas filosóficas: kantianas, empíricas, materialistas, etc. Sin embargo, hoy sólo un método parece compatible con el estado actual de las matemáticas, de las ciencias naturales y de la filosofía: debemos formular un sistema de teorías (y no de opiniones fortuitas) del espacio y del tiempo en lenguaje matemático y de preferencia bajo una forma axiomática; además, estas teorías deben ser objetivas, relacionales y relativistas. Objetivas en el

sentido de que deben concebir el espacio y el tiempo como rasgos objetivos del universo y no como ideas puras o emocionales. Relacionales, es decir, que no deben considerar el espacio y el tiempo absolutos o existentes *per se*, sino como "formas de existencia de la naturaleza" (Engels). Relativistas, en fin; en otros términos: las propiedades métricas del espacio y del tiempo, y en particular los intervalos de espacio y de tiempo deben ser relativos al sistema de referencia (pero no al sujeto). Todo otro tipo de teorías del espacio y del tiempo sería incompatible con nuestros conocimientos científicos actuales.

Existen hoy varias teorías, todas compatibles con la ciencia contemporánea, pero ninguna de ella plenamente satisfactoria. La elaboración de una teoría adecuada del espacio-tiempo permanece abierta y permanecerá en tanto no se haya tomado plenamente conciencia y no se aborde su solución con todos los medios técnicos necesarios.

Este libro se terminó de imprimir el día 23 de enero de 1973 en los talleres de Imprenta de Juan Pablos, S. A., Mexicali 39. México 11, D. F. Se imprimieron 2,000 ejemplares más sobrantes para reposición. Fecha de edición: 2 de febrero de 1973.

roca

Los problemas teóricos y sociales planteados po
desarrollo acelerado de las ciencias de la natura
son cada día de mayor actualidad. Particularme
la idea tan extendida de que la investigación cie
fica no puede esperar nada de la filosofía es re
zada por científicos de la más alta calidad, en vir-
tud de haberse enfrentado en el curso de sus propias reflexiones con problemas relativos a la generalización, al método, a la teoría del conocimiento. Filósofos marxistas y científicos del mismo credo filosófico multiplican su trabajo a fin de beneficiar a la ciencia y al marxismo con los progresos que alcanzan unos y otros. Este libro lo demuestra elocuentemente.